



Redakcja
Miłosz Czopek

**ZARZĄDZANIE
I INNOWACYJNOŚĆ**

ZARZĄDZANIE I INNOWACYJNOŚĆ

Redakcja
Miłosz Czopek

ZARZĄDZANIE I INNOWACYJNOŚĆ



Recenzja

dr hab. Tomasz Hoffmann

Korekta i redakcja

Aleksandra Cichowska

Projekt okładki

Kinga Wrzos

© *Copyright by Uczelnia Jana Wyżykowskiego*

© *Copyright by Wydawnictwo Naukowe FNCE*

Uczelnia Jana Wyżykowskiego



ISBN: 978-83-61234-79-1

Wydawnictwo Naukowe FNCE



ISBN: 978-83-67372-20-6

Poznań 2023

Spis treści

Wprowadzenie (Miłosz Czopek)	7
Izabella Ewa Cech Rolnik z Le Roncole – geniusz opery i prekursor przedsiębiorczości	15
Jerzy Widerski Promocja szkół wyższych w obliczu marketingu 5.0 – analiza wybranych przykładów	27
Anna Dzikomska-Kaczan Wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnych w diagnozie i terapii pedagogicznej oraz w edukacji domowej i zdalnej	56
Miłosz Czopek, Magdalena Ślebioda Analiza procesu szkoleniowego w jednostkach samorządu terytorialnego	79
Anna Bajus Budgeting as an enterprise management method	94
Artur Rogacki Dokumentacja prowadzenia ruchu podziemnego zakładu górniczego w oddziałach Działu Energomechanicznego ds. Maszyn Dołowych	119
Tadeusz Gorewoda, Marta Wolska Wymogi systemów zarządzania w zakresie zapewnienia bezstronności oraz poufności w laboratoriach badawczych	138
Robert Krzemień Wyścig do gospodarczych zasobów Arktyki	159

Adam Agatowski Koncepcja linii obserwacyjnej wyrobisk górniczych wykonanych w złożu soli kamiennej	193
Tadeusz Gorewoda, Justyna Kostrzewa Kontrola analityczna w przemyśle krzemowym – aktualne zagadnienia.....	213
Grzegorz Łomotowski Pozycjonowanie siłowników hydraulicznych z wykorzystaniem rozdzielacza proporcjonalnego i programowalnego sterownika przemysłowego	236
Mirosław Lewicki, Paweł Śliwiński Kierunki rozwoju monitoringu maszyn górniczych.....	260
Marcin Przybyła, Waław Szetelnicki, Andrzej Szczurek System monitoringu spalin pochodzących z maszyn górniczych pracujących w podziemnych wyrobiskach górniczych jako potencjalne narzędzie do odpowiedniego zarządzania parkiem maszynowym i bezpieczeństwem pracy.....	273
Artur Rogacki, Mirosław Lewicki Wdrażanie nowoczesnych rozwiązań transportu i dystrybucji materiałów rafineryjnych w podziemnych zakładach górniczych – wybrane aspekty prawne, techniczne i organizacyjne	300

Wprowadzenie

Współczesne organizacje działają w warunkach coraz bardziej dynamicznych zmian, które wymuszają ciągle poszukiwania źródeł wzrostu efektywności zarządzania oraz wdrażania innowacji. Posługując się metaforą można twierdzić, że zarządzanie i innowacyjność to dwie strony tego samego medalu. Odpowiednie zarządzanie tworzy warunki do rozwoju zasobów ludzkich poprzez właściwy klimat pracy i wspieranie kreatywności kadry oraz postaw innowacyjnych. Innowacje odgrywają niezmiernie istotną rolę w poprawie jakości oferowanych dóbr czy świadczonych usług, wzmacniają efektywność wdrażanych przez zespoły pracownicze działań, sprzyjają komunikacji między członkami załogi i dzieleniu się wiedzą oraz doświadczeniem, a tym samym wspierają osiągnięcie celów zarządczych. Oczywiście ocena rangi innowacji technologicznych, usługowych czy produktowych jest jednoznacznie pozytywna. Organizacje nie powinny jednak ograniczać się tylko do tych obszarów nowych rozwiązań. Równie ważne są innowacje w sferze zarządzania. Oznacza to, że warto prowadzić dyskusję ukazującą wzajemne przenikanie się różnych obszarów zarządzania i innowacyjności. Współczesne zarządzanie wyznacza ekscytujący obszar, w którym praktycy zarządzania podejmują poszczególne decyzje, mające pomóc w realizacji celów strategicznych, taktycznych i operacyjnych, podnosząc jednocześnie konkurencyjność organizacji w zmiennym i coraz mniej przewidywalnym otoczeniu. Teoretycy starają się wyjaśniać oraz opisywać niezmiernie złożoną i turbulentną rzeczywistość. Przedkładana Czytelnikom monografia pt. *Zarządzanie i innowacyjność* jest efektem pracy wielu autorów, co czyni ją dziełem wielowątkowym i otwartym na poszukiwania. Autorzy reprezentują ośrodki akademickie, instytuty badawcze i pioniry zarządcze spółek skarbu państwa z Łodzi, Wrocławia, Gliwic, Jeleniej Góry, Lubina, Głogowa i Polkowic.

Zamieszczone w zbiorze publikacje stanowią cenne uzupełnienie dotychczasowego stanu badań oraz interesujące materiały dla praktyków i studentów. Podejmowana tematyka i wyniki prezentowanych w monografii badań determinują układ i strukturę publikacji. Monografia składa się z dwóch części. Pierwsza porusza szeroko definiowane kwestie zarządcze. Druga ukazuje przykłady nowoczesnych rozwiązań implementowanych przez organizacje.

Monografię otwiera tekst Ewy Cech, która ukazuje Giuseppe Verdiego z nieznannej powszechnie strony. Autorka dyskutuje mechanizmy, które geniusz muzyczny wykorzystał, aby uczynić operę dźwignią gospodarczą Włoch w XIX w. Badaczka opisuje Verdiego jako prekursora współczesnego promowania marki i marketingu, co (jak ukazują współczesne realia konkurencyjnej gospodarki) często decyduje o sukcesie lub porażce dzisiejszych organizacji. Temat promocji kontynuuje Jerzy Widorski, analizując ten istotny obszar w obliczu marketingu 5.0. Autor w szczególny sposób dyskutuje skalę zbieżności strategii marketingowych szkół wyższych z aktualnymi koncepcjami komunikacji marketingowej. Z przeprowadzonej analizy wynika, że tylko część badanych jednostek zarządza promocją w sposób zgodny z aktualnymi postulatami. Opracowanie, zgodnie z założeniami marketingu 5.0, akcentuje bliskość człowieka z technologią, która ma mu służyć w różnych aspektach życia społeczno-gospodarczego. Wykorzystanie nowoczesnych technologii komunikacyjnych i informacyjnych w oświacie stanowi myśl przewodnią artykułu autorstwa Anny Dzikomskiej-Kaczan. Badaczka omawia sposoby wykorzystania cyfrowych mediów w diagnozie i terapii pedagogicznej oraz w edukacji zdalnej. Autorka opisuje nowatorski projekt dotyczący dzieci polskich emigrantów oraz przytacza wyniki badań i formułuje pragmatyczne wnioski, korelujące z aktualnym zjawiskiem migracji oraz metamorfozą życia społecznego. Niezależnie czy proces edukacyjny wspierany jest przez cyfrowe technologie informacyjno-komunikacyjne, czy realizowany jest w sposób tradycyjny, musi być on odpowiednio przygotowany od strony organizacyjnej, merytorycznej, technicznej i kadrowej, a efekty, które mają zostać osiągnięte muszą być zaplanowane, natomiast ich osiągnięcie musi podlegać ewaluacji. Zasady te odnoszą się tak do rozwoju dzieci i młodzieży, jak i kadr organizacji działających na rynkach.

Kolejny rozdział monografii, autorstwa Miłosza Czopka i Magdaleny Ślebiody, prezentuje wyniki badań empirycznych dotyczących znaczenia i prawidłowości realizacji procesu szkoleniowego w jednostkach administracji samorządowej. Autorzy formułują wnioski, które wskazują, że podkreślane przez liderów samorządowych fundamentalne znaczenie szkoleń w rozwijaniu wiedzy i kompetencji kadr urzędów ma często deklaratywny charakter. Duża część urzędów nie planuje w sposób systematyczny podnoszenia kwalifikacji pracowników, nie identyfikuje potrzeb szkoleniowych, nie opracowuje pisemnych zasad kierowania pracownikami na szkolenia oraz nie stosuje metod oceny efektywności szkoleń. Dyskutowane przez autorów kwestie mogą pomóc w poprawie dydaktycznej strony procesu szkoleniowego i lepszym planowaniu oraz wykorzystaniu środków finansowych, tym bardziej, że budżetowanie odgrywa fundamentalną rolę w zarządzaniu każdą organizacją. Powyższą kwestię podkreśla również Anna Bajus, autorka kolejnego rozdziału przedłożonej monografii. Badaczka analizuje relacje między zarządzaniem, rachunkowością zarządczą, controllingiem i budżetowaniem. Podkreśla zależności i opisuje realizację poszczególnych funkcji zarządzania przez budżetowanie. Podjęty temat jest obecnie niezmiernie istotny, zważywszy że zachodzące zmiany dotyczące funkcjonowania organizacji skutkują wzrostem zapotrzebowania na informacje, a budżet, jak podkreśla autorka, staje się najważniejszym narzędziem komunikacji na poszczególnych poziomach struktury organizacyjnej.

Kolejnym istotnym tematem podjętym w monografii jest poprawność prowadzenia dokumentacji w organizacji. Artur Rogacki, wykorzystując metodę dogmatyczno-prawną oraz prawną-empiryczną, analizuje przepisy prawa geologicznego i górniczego pod kątem dokumentacji prowadzenia ruchu podziemnego zakładów górniczych. Poruszone zagadnienie jest niezmiernie obszerne, z tego powodu Autor ogniskuje się na części osobowej dokumentacji, wskazując równocześnie dalsze kierunki badań.

W następnym rozdziale monografii Tadeusz Gorewoda i Marta Wolska analizują wymogi systemów zarządzania w zakresie zapewnienia bezstronności oraz poufności w laboratoriach badawczych. Autorzy zwracają uwagę na fakt, że obowiązkiem każdego z laboratoriów działających zgodnie z systemami zarządzania ISO jest rozpatrywanie zagadnienia bezstronności oraz poufności w kontekście implementowanych zadań

i procesów. Badacze podkreślają, że same zapisy umów oraz obowiązujące akty prawne nie zagwarantują poufności i bezstronności, jeżeli kadra laboratoriów nie będzie świadoma tych wymagań, a cel – ochrona żywotnych interesów laboratorium – nie będzie jasno i regularnie podkreślany przez zarząd organizacji.

Pierwszą część monografii zamyka rozdział autorstwa Roberta Krzemienia, w którym Arktyka, obszar Ziemi z niezmiernie bogatymi złożami surowców, ukazana jest jako region przyszłej politycznej i ekonomicznej rywalizacji. Autor omawia rolę, jaką zlokalizowane tam zasoby mogą odegrać w przyszłości w gospodarce światowej. Temat rozważań nabiera istotnego znaczenia zważywszy na obserwowany obecnie kryzys energetyczny. Badacz postuluje zacieśnienie współpracy międzynarodowej, w celu wspólnego gospodarczego wykorzystania arktycznej przestrzeni przez wszystkie zainteresowane kraje, co pozwoli również sprostać ekologicznym wyzwaniom i ochronić walory przyrodnicze Arktyki.

Drugą część monografii, prezentującą innowacyjne rozwiązania, otwiera Adam Agatowski, który ukazuje pomiar osiadania wyrobisk górniczych wraz z pomiarem konwergencji w lokalizacjach, w których znane klasyczne metody pomiaru nie mają zastosowania. Autor podkreśla, że użycie precyzyjnego skaningu laserowego pozwala uzyskać bardzo dokładną chmurę punktów, która może być podstawą do obliczenia realnej konwergencji objętościowej. Analizowana metoda pozwala dokładnie mapować pustki poeksploatacyjne, które w przyszłości mogą zostać wykorzystane jako magazyny gazu ziemnego czy dwutlenku węgla.

Kolejny rozdział monografii, autorstwa Tadeusza Gorewody i Justyny Kostrzewy, omawia innowacyjną metodę analizy składu chemicznego krzemu wysokiej czystości, żelazokrzemów magnezowych, żelazokrzemów i mikrokrzemionki. Mają one szerokie zastosowanie w przemyśle. Skład chemiczny można analizować wykorzystując techniki fluorescencyjnej spektrometrii rentgenowskiej (XRF). Należy jednak rozwiązać problem braku materiałów odniesienia. Badacze przedstawiają w opracowaniu dwa sposoby preparatyki próbek: zmielenie materiału oraz jego pastylkowanie i stapianie w formę perły boranowej. Jak podkreślają autorzy, proponowane metody stanowią przykład prostej i wysoko zautomatyzowanej preparatyki próbek i należy je postrzegać jako wprowadzanie zasad Przemysłu 4.0 do laboratoriów przemysłowych. Kolejny autor, Grzegorz

Łomotowski prezentuje układ pozycjonowania silnika hydraulicznego, skonstruowanego na Uczelni Jana Wyżykowskiego. Układ został zbudowany i zaprogramowany przy użyciu popularnych elementów automatyki przemysłowej: rozdzielacza proporcjonalnego, sterownika PLC oraz czujnika położenia z 12-bitowym przetwornikiem pomiarowym. Zdaniem autora takie rozwiązanie oferuje gorszą jakość pozycjonowania niż układ z serwozaworem, jednak jest tańsze i obniża wymogi względem filtracji oleju hydraulicznego. Opracowanie wyjaśnia również działanie napisanych dwóch programów użytkowych gwarantujących sterowanie z kompensacją błędu położenia i zapewniających automatyczną regulację, a także dyskutuje wyniki badań laboratoryjnych optymalizujących dobór parametrów programów. W rozdziale zaprezentowano również porównanie jakości pozycjonowania obu programów. Mirosław Lewicki i Paweł Śliwiński analizując problem awaryjności maszyn samojezdnych wykorzystywanych w procesach produkcji podziemnej, celem uzyskania wysokiej dyspozycyjności tychże maszyn, proponują wdrożenie monitoringu wykorzystującego dane z czujników pomiarowych zamontowanych na różnych układach mechanicznych. Pozwoli to na bieżące określanie stanu technicznego poszczególnych maszyn. Dane z monitoringu umożliwią zaplanowanie i wykonanie działań prewencyjnych, które zabezpieczą wysoką efektywność realizacji procesów produkcyjnych. Autorzy dyskutują uwarunkowania techniczne monitoringu maszyn górniczych i akcentują m.in. znaczenie czynnika ekonomicznego powiązanego z oprogramowaniem bazującym na metodzie kosztów całkowitych TCO. Również Marcin Przybyła, Waław Szetelnicki i Andrzej Szczurek analizują kwestie monitoringu maszyn, jednak ich rozważania są ukierunkowane na ochronę pracowników w podziemnych wyrobiskach górniczych. Autorzy proponują wdrożenie monitoringu poziomu zanieczyszczeń z silników poszczególnych maszyn jako uzupełnienie obecnie stosowanych metod, takich jak: wentylacja, środki ochrony indywidualnej, czy ograniczanie ilości pracujących maszyn. Zdaniem badaczy, omawiane rozwiązanie może skutecznie dopełnić wskazane powyżej standardowe procedury oraz dodatkowo być wykorzystane do wykrywania potencjalnych awarii maszyn eksploatowanych w górnictwie. Taki system monitoringu nie tylko chroni zasoby ludzkie, ale dodatkowo może obniżyć koszty środków ochrony indywidualnej czy dodatkowej wentylacji.

Monografię zamyka rozdział Artura Rogackiego i Mirosława Lewickiego, którzy omawiają innowacyjne rozwiązanie transportu i dystrybucji materiałów rafineryjnych implementowane w górnictwie podziemnym. Dyskutowana przez autorów metoda, polegająca na eliminacji przetankowywania paliwa z cysterny opuszczanej na dół do zbiorników zabudowanych na stałe w komorze paliwa i zastosowanie zbiorników odejmowalnych oraz transport kontenerowy materiałów rafineryjnych, w znacznym stopniu obniża zagrożenie pożarowe i tym samym podnosi bezpieczeństwo pracowników. Badacze omawiają również obowiązujące wymagania prawne stosowania materiałów rafineryjnych w podziemnych zakładach górniczych, które w znaczący sposób ograniczają możliwość zastosowania innowacyjnych rozwiązań.

Dziękuję wszystkim Autorom, którzy zaangażowali się we współtworzenie niniejszej monografii i podzielili się wynikami swoich badań. Żywię nadzieję, że nasza współpraca będzie kontynuowana w ramach kolejnych inicjatyw naukowych.

Miłosz Czopek

Zarządzanie

Izabella Ewa Cech

Uczelnia Jana Wyżykowskiego w Polkowicach

ORCID: 0000-0001-8210-1507

Rolnik z Le Roncole – geniusz opery i prekursor przedsiębiorczości

Streszczenie: Dzięki wynalezieniu maszyny parowej, jego opery były wystawiane od Ameryki po Chiny, a premiery jego dzieł wzbogacały najnowsze osiągnięcia techniki XIX wieku. To on uczynił operę motorem gospodarczym rozwoju Włoch, operę, która w XIX wieku udostępniona była dla wszystkich warstw społecznych. Świat zna Giuseppe Verdiego jako genialnego kompozytora autora oper, takich jak *Nabucco*, *La Traviata* czy *Aida*, którego znakiem rozpoznawczym był czarny kapelusz z dużym rondem. Sam o sobie wielokrotnie mawiał, że jest, był i będzie rolnikiem z Roncole. Pomimo swojego geniuszu muzycznego oraz zdobytego bogactwa sprawdził się jako polityk, przedsiębiorca i inicjator wielu programów socjalnych. Działalność ta pozostaje przy jego znakomitych dziełach zapomniana, jednak skutki ekonomiczne odczuwalne są po dzień dzisiejszy. Większość jego biografów czy badaczy zajmuje się jego muzyczną naturą, zapominając o innych aspektach jego życia. Poniższy artykuł jest próbą zaprezentowania pozamuzycznej działalności Giuseppe Verdiego oraz wskazania jego ducha przedsiębiorczości w Księstwie Parmy XIX wieku.

Słowa kluczowe: przedsiębiorczość, kapitalizm, przemysł, muzyka, Giuseppe Verdi, rolnictwo

THE FARMER OF LE RONCOLE – A GENIUS OF OPERA AND A PRECURSOR OF ENTREPRENEURSHIP

Abstract: Thanks to the invention of the steam engine, his operas were staged from America to China, and the premieres of his works enriched the latest technological achievements of the 19th century. He made opera the engine of the economic development of Italy, an opera that was open to all social strata in the 19th century. The world knows Giuseppe Verdi as a genius composer, author of

such operas as *Nabucco*, *La Traviata* or *Aida*, whose trademark was a black hat with a large brim. He has said about himself many times that he is, was and will be a farmer from Roncole. Despite his musical genius and acquired wealth, he proved to be a politician, entrepreneur and initiator of many social programs. This activity remains forgotten throughout his excellent works, but the economic effects are still felt today. Most of his biographers and researchers are concerned with his musical nature, forgetting other aspects of his life. The following article is an attempt to present Giuseppe Verdi's extra-musical activities and to show his entrepreneurial spirit in the Duchy of Parma in the 19th century.

Keywords: entrepreneurship, capitalism, industry, music, Giuseppe Verdi, agriculture

Śmierć geniusza i jego dziedzictwo

Gdy Giuseppe Verdi umierał, na skutek udaru poniesionego w dniu 21 stycznia 1901 roku, w holu hotelu Grant Hotel et de Milan w Mediolanie, utworzono centrum prasowe. Na bieżąco przekazywano informacje o stanie zdrowia maestro. Gazety prześcigały się w doniesieniach prasowych informując o wysokości jego tętna czy częstotliwości oddechów¹. Cały świat przyglądał się ostatniemu etapowi życia znakomitego muzyka, patrioty. Przede wszystkim jednak był on wielkim dobrodziejem, którego kochało wielu obywateli, nie tylko za muzykę, lecz także za jego drugą stronę – bycie dobrym człowiekiem.

W dniu 27 stycznia 1901 roku odszedł najbardziej znany na świecie Włoch, który dał Włochom nadzieję na wolne państwo oraz przyczynił się do stworzenia istotnego przedsięwzięcia ekonomicznego, jakim była opera włoska w XIX wieku. Śmierć geniusza opery i bohatera narodowego była dla Włochów wielką tragedią narodową, z którą odeszła jedna z najbardziej znakomitych osobowości Włoch, oraz dniem żałoby narodowej. Wszystkie sklepy w Mediolanie zostały zamknięte na trzy dni, a w kondukcie pogrzebowym, w ostatniej drodze, towarzyszyło mistrzowi ponad 300 000 osób². Wielki patriota, którego muzyka zjednoczyła naród,

¹ M. Brug, *Bauer aus der Brassa die Welt*, www.welt.de/print-welt/article43087/bauer-aus-der-Bassa.html, [dostęp: 10.02.2021].

² M. Brug, *Giuseppe Verdi verwandelte die Oper in eine Kunst*, www.welt.de/print-welt/article430453/Giuseppe-Verdi-verwandelte-die-Oper-in-eine-politische-Kunst.html, [dostęp: 12.02.2021].

zawsze pozostawał w cieniu swoich charytatywnych działalności mających na celu pomoc zwykłemu człowiekowi.

Dziedzictwo Verdiego opiera się nie tylko na jego muzyce, lecz także na jego działalności charytatywnej, politycznej i socjalnej. Wpływ jego muzyki na politykę i dalsze losy Włoch są przedmiotem badań wielu muzykologów. Zaangażowanie Verdiego w ekonomię i sprawy socjalne zostało prawie niezauważone przez historyków, a tylko niektórym udało się dokładniej zbadać przeszłość i działalność pozamuzyczną Verdiego.

Narodziny geniusza

Giuseppe Fortunio Francesco Verdi urodził się 9 lub 10 października 1813 roku w Le Roncole w powiecie Busseta, departamencie Księstwa Parma pod rządami Cesarstwa Francuskiego. Dokładana data jego urodzin nie jest znana, gdyż w jego księgach parafialnych widnieje zapis z 11 października 1813 roku o narodzinach dnia poprzedniego (*infaten natum heri verspere hora octavo*). Również na tym polu spierają się jego biografowie. J. Budden wskazuje, że Verdi dorastał raczej w biedzie³, natomiast J. Rosselli⁴ czy C. Springer⁵ wskazują na wyższy poziom życia. C. Springer opisuje rodzinę Verdiego jako posiadaczy ziemskich zajmujących się handlem, J. Rosselli wskazuje natomiast na prowadzenie gospody i hodowlę świń. R. Parker opisuje Verdiego jako osobę pochodzącą z biedy, rodziny niepiśmiennej⁶. Jednak z dostępnych źródeł⁷ można zauważyć, że Verdi pochodził z rodziny o bogatych tradycjach ziemskich. Ze względów ekonomicznych rodzina Verdich przeniosła się z Le Roncole do Busseto. Było to spowodowane coraz bardziej upadającym rolnictwem

³ J. Budden, *Verdi – Leben und Werk*, Stuttgart 2000, s. 10.

⁴ J. Rosselli, *Life of Verdi*, Cambridge 2000, s. 14.

⁵ C. Springer, *Giuseppe Verdi. Leben, Werke, Interpreten*, Berlin 2012, s. 15.

⁶ R. Parker – brytyjski muzykograf i krytyk muzyczny, zajmował się twórczością Verdiego (m.in. pozycja *The New Grove Guide to Verdi and His Operas*, Oxford 2013).

⁷ Verdi napisał w swoim życiu ponad 35 000 listów, które w większości znajdują się w Instituto Nazionale di Studi Verdiana w Parmie. Na podstawie ponad 200 można dowiedzieć się o życiu Verdiego jako ziemianina.

i panującą w rejonie biedą. Po przeprowadzce do miasta ojciec Giuseppe Verdiego piastował przez jakiś czas urząd skarbnika miasta. Region, w którym dorastał Verdi był ubogim obszarem rolnym, a jego ojciec jako jeden z nielicznych potrafił liczyć i pisać. Sam Verdi, dzięki lokalnemu przedsiębiorcy Antonio Barezzi, mógł korzystać z dalszej edukacji. Należy zauważyć, że Giuseppe Verdi nie miał szczęścia zaznać życia rodzinnego. Zaledwie cztery lata trwał jego szczęśliwy związek z córką Berezziego. Śmierć dzieci i żony doprowadziła go początkowo do depresji i chęci zakończenia kariery kompozytora operowego. To właśnie operą *Nabucco* świętował swój powrót na łono opery, a pieśń śpiewana przez chór niewolników stała się cichym hymnem Italii w walce o wolność i zjednoczenie. Od tego momentu Verdi świętował triumfy. Dzięki uzyskanej gaży mógł zapewnić swoim rodzicom na starość dobrobyt. Springer wskazuje, że mając w pamięci problemy finansowe swoich rodziców bardzo roztropnie gospodarował swoimi finansami⁸.

Opuszczenie ukochanego miejsca z dzieciństwa Le Roncole, z powodu upadku gospody i przeniesienia się rodziny do Busseto, tęsknota rodziców za dawnym życiem oraz brak możliwości zarobku spowodowały, że Verdi od najmłodszych lat musiał poznać wartość pieniądza. Pomimo otrzymanego mecenatu, za pierwsze zarobione pieniądze Verdi nabył willę St. Agata wraz z 900 hektarami oraz starym domem, na których to posiadłościach pokolenie Verdich posiadało swój mały skrawek ziemi i od pokoleń mieszkała rodzina Verdiego, a z powodów ekonomicznych musiała opuścić to miejsce. Jak podaje J. Roselli za nabycie gruntu 260 akrów ziemi wraz z domeną Verdi wynegocjował cenę 166 000 franków, z czego 90 000 zapłacił gotówką, a reszta płatna była w ratach⁹. Tam też przeprowadzili się jego rodzice, pozostając w St. Agata do roku 1851 i pomagając synowi w gospodarstwie, hodując świnie, prowadząc winnice i uprawiając ziemię¹⁰. Ojciec Verdiego został oficjalnie zatrudniony

⁸ C. Springer, *Giuseppe Verdi...*, *op.cit.*, s. 33.

⁹ J. Rosselli, *Life...*, *op.cit.*, s. 83.

¹⁰ W jednym z listów wystawionych na aukcji w opisie wskazano, że prawo zamieszkania w St. Agata zostało rodzicom Verdiego odebrane z powodu nieporozumień wynikających ze związaniem się Verdiego z nową partnerką (potem drugą żoną), Giuseppiną Strepponi. *Eigenh. Brief mit Unterschrift. S. Agatha, 24. V. 1859. Kl.-4°. 2 Seiten. Doppelblatt mit Blindstempel, eigenh. Adressiert*, <https://>

jako administrator posiadłości. Verdi angażował się w projekty polityczne, społeczne i gospodarcze swojego regionu. Jak wspominają okoliczni rolnicy, w celu utrzymania rolnictwa w regionie oraz zastopowania odpływu młodej ludności, ufundował szpital, szkołę oraz mleczarnię, w której produkował swoje sery parmeńskie¹¹. Nawet po 108 latach od jego śmierci okoliczni rolnicy pamiętają, co ich dziadowie i pradziadowie zawdzięczają Giuseppe Verdiemu¹². J. Rosseli wprawdzie wspomina, że ze względów ekonomicznych rodzice młodego Verdiego musieli przenieść się do Busseto, dzięki czemu Verdi od najmłodszych lat miał możliwość pobierania nauki muzyki w mieście, to jednak nauka w szkołach była płatna. Należy pamiętać, że północne Włochy były krajem rolnym. Gerhard¹³ zaznacza, że ich uprzemysłowienie nie nastąpiło w takim samym stopniu, jak w pozostałej części Europy. Niestety we Włoszech brakowało potrzebnych do rozwoju przemysłu bogactw naturalnych, takich jak żelazo czy węgiel. Również unowocześnienie rolnictwa związane było z posiadaniem kapitału. Problemem był bardzo słabo rozwinięty system bankowy. Przed zjednoczeniem Królestwa Włoch (1860/1861) w Lombardii wybudowano 522 km linii kolejowych, w Piemontcie natomiast istniało 800 km, Toskania mogła poszczycić się 256 km linii kolejowych, a Sycylia odcinkiem 100 km¹⁴. Należy tutaj zauważyć, że północna Italia stanowiła swoisty „półwysep przyłądka rozwoju gospodarczego” i jako region była bardziej zainteresowana rozwojem kolejnictwa i przemysłu, a arystokracja włoska szybciej udostępniała kapitał inwestycyjny

www.kollerauktionen.ch/fr/476488-----1190-Verdi_-G.-Eigenh.-Brief-mit-U-1190_476488.html, [dostęp: 13.02.2021]. J. Rosseli wskazuje jednak na nieporozumienia pomiędzy ojcem a synem związane z zarządzaniem nieruchomością. Z tego też powodu rodzice Verdiego zostali zmuszeni w 1851 roku do przeprowadzki. Mieszkali w odległości 1 mili od St. Agata aż do śmierci.

¹¹ F. Lerchenmüller, *Auf Verdis Spuren Das allergrößte italienische Seelengenie*, <https://www.faz.net/aktuell/reise/nah/auf-verdis-spuren-das-allergroesste-italienische-seelengenie-12151563-p4.html>, [dostęp: 12.02.2021].

¹² Patrz: Reportaż Elke Heidenreich i Tom Krausz pt. *Viva Verdi! Un viaggio attraverso l'Italia di Giuseppe Verdi Genere: Musica* (wrzesień 2013), w którym wyповідаją się potomkowie okolicznych rolników, wskazując na wkład Verdiego w rozwój lokalny.

¹³ M. Walter, *Die italienische Oper als Wirtschaftsunternehmen*, [w:] *Verdi Handbuch*, A. Gerhard, U. Schweikert, C. Fischer (red.), 2001, s. 54.

¹⁴ *Ibidem*, s. 55.

potrzebny do zrealizowania inwestycji. Dodatkowo północna Italia miała duże wsparcie ze strony Habsburgów, gdyż wysokie wpływy podatkowe dostarczano z Lombardii do Wiednia¹⁵. Dla muzyków, w tym dla Verdiego, brak rozwoju kolejnictwa powodował poruszanie się w dalszym ciągu starymi powozami konnymi, które w dobie industrializacji były powolne w porównaniu z pociągami.

Przedsiębiorca – kompozytor

Wena przedsiębiorczości Verdiego zauważalna była na każdym kroku. Począwszy od sprzedawania małych utworów, arii dedykowanych dla poszczególnych tenorów, po premiery oper w najbardziej renomowanych miejscach. Jego arie operowe rozbrzmiewały w takich obiektach jak La Scala czy premiera opery *Aida* w Kairze. Opera *Aida* napisana została na zamówienie Ismaila Paszę, chedywa Egiptu, na uroczyste otwarcie Kanału Sueskiego¹⁶. Wszystkie te działania przyniosły Verdiemu fortunę i zapewniły dostatnie życie. Od premiery *Nabucco* Verdi miał w zwyczaju pobierać honoraria w trzech ratach. Ostatnia rata za sezon grania jego oper płatna była już po trzecim przedstawieniu. Od samego początku swojej kariery Verdi wiedział, że dla kompozytora najważniejsze jest otrzymanie zlecenia na skomponowanie muzyki do libretta. Jak opisuje M. Walter¹⁷, latach 1830–1840 istniała zasada, że początkujący kompozytor otrzymywał zlecenie od impresaria, czyli można rzec dzisiejszego agenta, na skomponowanie swojej pierwszej muzyki operowej. Po zrealizowaniu tego zamówienia decydował, czy dany utwór będzie przynosił zyski czy też nie i sam następnie wskazywał właściwego człowieka z branży teatralnej do dalszej realizacji projektu. W tym celu polecany był zawsze odpowiedni człowiek z kręgu dyrektorów znanych i cenionych we Włoszech domów teatralnych. Sam kompozytor nie otrzymywał od impresaria żadnego

¹⁵ *Ibidem*, s. 55.

¹⁶ J. Kański, *Przewodnik operowy*, Warszawa 2014, s. 764.

¹⁷ Michael Walter – niemiecki muzykolog, profesor. M. Walter, *Die italienische Oper als Wirtschaftsunternehmen*, [w:] *Verdi Handbuch*, A. Gerhard, U. Schweikert, C. Fischer (red.), Kassel-Stuttgart-Weimar 2001.

wynagrodzenia, lecz zamiast pieniędzy początkujący kompozytor dostawał szansę na zaprezentowanie swoich możliwości. W trakcie pierwszego przedstawienia (które na ogół było „przedstawieniem testowym”) ważyły się losy co do dalszej kariery muzyka. Po udanym przedstawieniu i zaakceptowaniu go przez publiczność i krytyków początkujący kompozytor mógł liczyć na dalsze rozpowszechnianie jego muzyki. Należy zauważyć, że taki sposób promowania sztuki w pierwszej połowie XIX wieku wskazuje na jego znaczenie ekonomiczne i chęć osiągnięcia zysku przez promotora sztuki. Sam Verdi nie otrzymał za swoje pierwsze przedstawienie żadnego honorarium, lecz zaproponowano mu udział w jego prawach autorskich wynoszący 50% za jego partyturę¹⁸. Jak się potem okazało Verdi potrafił doskonale sprzedawać prawa do swoich dzieł i z czasem stał się najlepiej zarabiającym kompozytorem operowym we Włoszech¹⁹. Za opery *Ernani* i *Alzira* Verdi otrzymał honorarium w wysokości 10 000 franków. Tyle samo otrzymywał jeden z najwybitniejszych kompozytorów oper Gaetano Donizetti na dworze cesarskim w Wiedniu za swoją posługę jako nadworny kapelmistrz cesarza.

Należy przy tym zaznaczyć, że w latach czterdziestych XIX wieku przeciętnie w 200 teatrach przedstawiano opery, w tym nawet do 800 premier w roku²⁰. Dla przykładu w dzisiejszych Włoszech działa obecnie 40 oper.

Verdi jako jeden z nielicznych udowodnił, że opera może stanowić źródło dochodu i stać się przedsięwzięciem niezależnym. Nie tylko zrewolucjonizował on sposób pozyskania honorarium, sposób jego wypłaty, lecz także wprowadził takie elementy kalkulacji jak: koszty przygotowania przedstawienia, podróży, zakwaterowania i dojazdu. Pierwsze dane o kalkulacji jego honorarium pojawiły się w 1844 r. i dotyczyły weneckiej prapremiery jego opery *Ernani*²¹. Po prapremierze *Ernani* odebrał swojemu *impresario* prawo do wybierania mu libretta i sam decydował o współpracy i wynagradzaniu osób piszących teksty. Badacze jego życiorysu udowadniają, że także na tym polu Verdi pokazał, że opera to

¹⁸ *Ibid.* Jak wskazują autorzy, jego pierwsza partytura została wyceniona na 1740 franków, z czego Verdi otrzymał połowę.

¹⁹ J. Rosselli, *Life...*, *op.cit.*, s. 20–24.

²⁰ A. Gerhard, *Giuseppe Verdi*, Munchen 2012, s. 117.

²¹ A. Gerhard, U. Schweikert, C. Fischer (red.), *Verdi Handbuch*, Kassel-Stuttgart-Weimar 2013, s. 63.

produkt, który można samemu sprzedawać i promować, a kompozytor jest marką. Pod wpływem rozwoju przemysłu muzycznego w pierwszej połowie XIX wieku we Włoszech, a zarazem skomercjalizowania muzyki operowej do muzyki rozrywkowej tamtych czasów, zmieniały się trendy zawodowe muzyków. Nadworni kapelmistrzowie, posiadający bezpieczne posady i stały zagwarantowany dochód, zaczęli zmieniać swoje zatrudnienie. Najczęściej przechodzili jako dyrektorzy teatrów, oper czy też wstępowali do konserwatorium jako nauczyciele. Muzyka operowa XIX wieku we Włoszech nabrała już wartości ekonomicznych i nie była postrzegana jak w XVIII wieku poprzez mecenat najbogatszych sfer – stała się samodzielną maszyną do zarabiania pieniędzy. Tacy kompozytorzy jak Rossini²², Bellini²³, Donizetti²⁴, Verdi czy później Puccini²⁵ byli można powiedzieć jednoosobową działalnością gospodarczą, a raczej marką i produktem w jednym. Orientowali się oni doskonale w możliwościach sprzedaży swoich produktów oraz prawnych i marketingowych zasadach prowadzonego przez siebie biznesu. Jak na prekursorów operowych biznesów doskonale wchodzili w XIX wiek kapitalistycznej Europy. Tym samym kompozytorzy rozpoznali, że ich produktem, który muszą promować jest wystawienie opery. Werr²⁶ wskazuje przy tym na rozwój wydawnictw muzycznych, które drukowały partytury i inne utwory muzyczne do samodzielnego muzykowania. Przemysł muzyczny opanował Włochy, a tym samym dał początki nowej gałęzi gospodarki posiadającej wartość ekonomiczną. Dodatkowo uregulowane zostało prawo autorskie, które na samym początku drogi stało się problemem prawnym nowoczesnej Europy. O sukcesie ekonomicznym i muzycznym kompozytora świadczyła cena, jaką zażądał za wystawienie swoich dzieł. Dodatkowo dyrektorzy teatrów i oper mogli przewidzieć przychody i liczyć zyski, jakie przynosiły

²² Gioacchino Rossini (1792–1868) – mistrz stylu *bel canto*, autor znanych oper, cyrulik sewilski, czy Wilhelm Tell.

²³ Vincenzo Salvatore Carmelo Francesco Bellini (1801–1835) – reprezentant szkoły neapolitańskiej *bel canto*.

²⁴ Domenico Gaetano Maria Donizetti (1797–1848) – kompozytor, reprezentant tradycyjnej opery włoskiej XVIII w., autor kilku librett.

²⁵ Giacomo Antonio Domenico Michele Secondo Maria Puccini (1854–1924) – kompozytor, przedstawiciel trendu włoskiego *Verismo*.

²⁶ S. Werr, *Medien der Populaliesierung*, [w:] *Verdi Handbuch*, A. Gerhard, U. Schweikert, C. Fischer (red.), Kassel-Stuttgart-Weimar 2001, s. 77.

im wystawiane opery. Zauważalne są pierwsze oznaki gospodarki kapitalistycznej, w której rachunek zysków i strat nabiera znaczenia. Verdi, jako posiadacz ziemski, skupił się po 1870 roku bardziej swojej pracy na roli, pielęgnował i rozwijał swoje gospodarstwo rolne. Przez cały czas jednak sam decydował i dysponował prawami autorskimi do swoich dzieł. Za każde wolne środki skupował ziemię, która stała odłogiem. W celu unowocześnienia agrokultury sprowadzał coraz to nowe maszyny i wprowadzał nowe metody upraw. W latach 1870–1875 stał się największym posiadaczem ziemskim pomiędzy Parmą a Piacenzą (posiadał 630 akrów ziemi), a w latach sześćdziesiątych XIX wieku należał do największych płatników podatków w regionie²⁷. To połączenie obu źródeł utrzymania z pewnością miało wpływ na jego sukcesy, gdyż, jak wskazują jego biografowie, w swoje podróże na premiery oper zabierał nie tylko partyturę, lecz także i własnej produkcji wina, szynkę parmeńską i sery²⁸.

Najbardziej dotknął go kryzys końca lat siedemdziesiątych XIX wieku we Włoszech. Według J. Rosselliego jego przychody we Włoszech z tytułu dzierżawy gruntu wynosiły tylko 22 800 franków²⁹. Nie zaszkodziło to jednak mistrzowi w odnoszeniu sukcesów i zarabianiu pieniędzy. Zarabiał nie tylko na produkcie jakim była opera, lecz także na własnych specjalach z domu „Casa Verdi”.

Dziedzictwo Verdiego

Jak wskazują biografowie Verdiego, staranie się o zaspokojenie potrzeb najbiedniejszych było jego życiowym celem. Po zjednoczeniu Włoch w 1861 roku, za namową hrabiego Cavoura, Verdi został wybrany na deputowanego do parlamentu Parmy. Szybko jednak zrezygnował z piastowania tego urzędu i „zaszył się” w swojej posiadłości. Było to związane

²⁷ J. Rosselli, *Life...*, *op.cit.*, s. 130–132.

²⁸ J. Rosselli, *Life...*, *op.cit.*; C. Springer, *Giuseppe Verdi...*, *op.cit.*; M. Brug, *Bauer aus der Brassa die Welt*, www.welt.de/print-welt/article43087/bauer-aus-der-Bassa.html, [dostęp: 10.02.2021]; M. Brug, *Giuseppe Verdi verwandelte die Oper in eine Kunst*, www.welt.de/print-welt/article430453/Giuseppe-Verdi-verwandelte-die-Oper-in-eine-politische-Kunst.html, [dostęp: 12.02.2021] i inni.

²⁹ J. Rosselli, *Life...*, *op.cit.*, s. 131.

z brakiem możliwości wspierania jego projektów socjalnych, jak stworzenie domu spokojnej starości dla muzyków, o którym to projekcie marzył razem ze swoją żoną. W 1874 roku Verdi został wybrany na senatora Królestwa Włoch. Sam Verdi wypowiadał się raczej powściągliwie na tematy polityczne, a jego zainteresowania związane były z realizacją jego największego dzieła „Casa Verdi” w Mediolanie. W tym celu 31 grudnia 1899 roku założył fundację pod nazwą „Dom Starców dla Muzyków”. Po jego śmierci w testamencie³⁰ jedyną jego spadkobierczynią została jego adoptowana córka Maria Filomena, a wykonawcą testamentu został jej mąż Alberto Carrara. Zobowiązał przy tym swoich spadkobierców do wypłaty wymienionym w testamencie instytucjom i osobom poszczególnych uposażeń, wśród których znalazły się między innymi Instytut dla Głuchoniemych oraz Instytut dla Niewidomych (oba w Genui). Swojej Fundacji „Casa di Riposo per Musicisti” przekazał czerpanie pożytków. Dla tych celów utworzył i zablokował konta ze stałym dopływem finansowym z tantiemów praw autorskich, z umów zawartych na terenie Włoch i poza granicami.

Mając na uwadze dosyć ciekawy życiorys i działalność Verdiego należy zauważyć, iż Giuseppe Verdi to nie tylko wielki geniusz opery, bogacz ziemski czy społecznik, lecz także prekursor rozwoju przedsiębiorczości i rozwoju przemysłu muzycznego na wielką europejską skalę budzącego się kapitalizmu XIX w. To dzięki jego uporowi udało się przetrzeć szlaki dla wielu późniejszych twórców i wskazania, że sztuka nie tylko może funkcjonować pod mecenatem bogatych, lecz także być samodzielnym, niezależnym i dobrze opłacanym produktem. To co nie udało się Wolfgangowi Amadeuszowi Mozartowi, jako pierwszemu wolnemu muzykowi, udało się Giuseppe Verdiemu – człowiekowi, który udowodnił, że muzyka i biznes mogą istnieć razem i stanowić harmonię.

³⁰ *Internationale Giuseppe Verdi Stiftung*, <http://www.internationale-giuseppe-verdi-stiftung.org/oeuvre/de/view/erbe>, [dostęp: 22.02.2021].

Bibliografia

Pozycje zwarte

- Budden J., *Verdi – Leben und Werk*, Stuttgart 2000.
- Gerhard A., *Giuseppe Verdi*, Munchen 2012.
- Kański J., *Przewodnik operowy*, Warszawa 2014.
- Parker R., *The New Grove Guide to Verdi and His Operas*, Oxford 2013.
- Springer C., *Giuseppe Verdi. Leben, Werke, Interpreten*, Berlin 2012.
- Rosselli J., *Life of Verdi*, Cambridge 2013.
- Walter M., *Die italienische Oper als Wirtschaftsunternehmen*, [w:] *Verdi Handbuch*, A. Gerhard, U. Schweikert, C. Fischer (red.), Kassel-Stuttgart-Weimar 2001.
- Werr S., *Medien der Popularisierung*, [w:] *Verdi Handbuch*, A. Gerhard, U. Schweikert, C. Fischer (red.), Kassel-Stuttgart-Weimar 2001.

Źródła internetowe

- Brug M., *Bauer aus der Brassa die Welt*, www.welt.de/print-welt/article43087/bauer-aus-der-Bassa.html, [dostęp 12.02.2021].
- Brug M., *Giuseppe Verdi verwandelte die Oper in eine Kuns*, www.welt.de/print-welt/article430453/Giuseppe-Verdi-verwaldelte-die-Oper-in-eine-politische-Kunst.html, [dostęp: 12.02.2021].
- Eigenh. Brief mit Unterschrift. S. Agatha, 24. V. 1859. Kl.-4°. 2 Seiten. Doppelblatt mit Blindstempel, eigenh. Adressiert*, https://www.kollerauktionen.ch/fr/476488-----1190-Verdi_-G.-Eigenh.-Brief-mit-U-1190_476488.html, [dostęp: 13.02.2021].
- Gerhard A., Schweikert U., Fischer C. (red.), *Verdi Handbuch*, Kassel-Stuttgart-Weimar 2013.
- Gilberti W., *Giuseppe Verdi und das 19. Jahrhundert*, <https://www.wsws.org/de/articles/2001/02/verd-f03.html>, [dostęp 12.02.2021].
- Internationale Giuseppe Verdi Stiftung*, <http://www.internationale-giuseppe-verdi-stiftung.org/oeuvre/de/view/erbe>, [dostęp: 22.02.2021].
- Lerchenmüller F., *Auf Verdis Spuren: Das allergrößte italienische Seelengenie*, <https://www.faz.net/aktuell/reise/nah/auf-verdis-spuren-das-allergrosste-italienische-seelengenie-12151563-p4.html>, [dostęp: 12.02.2021].

Inne

Heidenreich E., Krausz T., *Viva Verdi! Un viaggio attraverso l'Italia di Giuseppe Verdi Genere: Musica*, reportaż (wrzesień 2013).

Biogram autora

Izabella Ewa Cech – doktor nauk ekonomicznych na Uniwersytecie Szczecińskim, od 1997 roku licencjonowany doradca podatkowy, również na terenie Niemiec, od 2021 roku certyfikowany mediator. W latach 2000–2005 piastowała stanowisko I sekretarza Ambasady RP Wydziału Ekonomiczno-Handlowego w Berlinie. Wiceprezes Fundacji Innowacji Zrównoważonego Rozwoju. Współpracuje z NGO w kraju i na terenie Niemiec. Związana dydaktycznie z Państwową Wyższą Szkołą Zawodową w Głogowie, Uczelnią Jana Wyżykowskiego w Polkowicach oraz VJJ Akademii w Berlinie. Zainteresowania badawcze i naukowe skupiają się na tematyce gospodarczej i podatkowej w stosunkach polsko-niemieckich, problematyce opodatkowania przedsiębiorstw, historii podatków, rozwoju przedsiębiorczości oraz *compliance* w ekonomii i finansach.

Jerzy Widerski

Uczelnia Jana Wyżykowskiego w Polkowicach

ORCID: 0000-0002-7545-6921

Promocja szkół wyższych w obliczu marketingu 5.0 – analiza wybranych przykładów

Streszczenie: Tematem artykułu jest promocja szkół wyższych prowadzona w obliczu marketingu 5.0. Na potrzeby publikacji analizie poddano spoty promocyjne szkół wyższych, w celu wykazania, czy strategie marketingowe polskich uczelni są zgodne z aktualnymi koncepcjami komunikacji marketingowej.

Słowa kluczowe: marketing, komunikacja marketingowa, reklama, promocja szkół wyższych

PROMOTION OF UNIVERSITIES IN THE CONTEXT OF MARKETING 5.0 – ANALYSIS OF SELECTED EXAMPLES

Abstract: The topic of the article is the promotion of universities in the context of marketing 5.0. For the purposes of the publication, university promotional spots were analyzed. The author tries to determine whether the marketing strategies of Polish universities are consistent with the current concepts of marketing communication.

Keywords: marketing, marketing communication, advertising, university promotion

Wstęp

Zmienność otaczającej nas rzeczywistości jest faktem, do którego współcześnie żyjący ludzie raczej już przywykli, a być może jest nawet zjawiskiem przez nas pożądanym. Akceptujemy, a nawet oczekujemy na postęp w zakresie wielu dziedzin życia oraz dyscyplin naukowych. Uzasadniona chyba jednak będzie teza, iż postęp kojarzy nam się przede wszystkim z naukami technicznymi czy medycznymi. Rzadziej zmiany utożsamiane są na przykład z naukami społecznymi, do których należy między innymi marketing oraz komunikacja marketingowa.

Marketing powszechnie jest utożsamiany z koncepcjami Philipa Kotlera, który stworzył fundamenty tej dyscypliny. Nadal też w wielu aktualnych podręcznikach przytaczane są jego propozycje teoretyczne. W społecznej świadomości osób posiadających podstawowe kompetencje i wiedzę w tej dziedzinie marketing oznacza zaspokajanie potrzeb nabywcy, przy jednoczesnym utrzymaniu rentowności firmy. Natomiast pojęciami, które wyznaczają kierunek działań marketingowych są: produkt, cena, dystrybucja i promocja (czyli marketing mix)¹, a także target, segmentacja czy *market* (z ang. rynek)².

Tymczasem marketing nie jest bytem statycznym, dziedziną hermetyczną, w której nie zachodzą żadne zmiany, w której wszystko przebiega zgodnie z raz wyznaczonym porządkiem, w której raz sformułowane koncepcje, modele, definicje i pojęcia są niezienne. Oczywiście, tak jak cała nasza cywilizacja, także i marketing podlega wpływom różnych zjawisk i determinant. Należy zaznaczyć, że zmienność w tej dziedzinie ma charakter ewolucyjny, a zatem nadal obowiązują koncepcje i definicje sformułowane w przeszłości. Nadal jest aktualna definicja P. Kotlera, który twierdzi, że „marketing to proces społeczny i zarządczy, dzięki któremu jednostki i grupy uzyskują to, czego potrzebują i pragną, przez wytworzenie i wzajemną wymianę produktów oraz wartości”³. Jednak

¹ J.W. Wiktor, *Komunikacja marketingowa. Modele, struktury, formy przekazu*, Warszawa 2013, s. 45–92.

² K. Mazurek-Łopacińska, *Zachowania nabywców i ich konsekwencje marketingowe*, Warszawa 2003, s. 137–160.

³ H. Mruk, *Marketing. Satysfakcja klienta i rozwój przedsiębiorstwa*, Warszawa 2012, s. 8.

otaczająca nas rzeczywistość zmienia się nieustannie, postęp w wielu dziedzinach życia jest niezwykle dynamiczny, a nawet zaskakujący. Wobec powyższego także marketing podlega zmianom, a szczególnie jego orientacja czy instrumentarium.

Philip Kotler uważa, że obecnie jesteśmy już na piątym etapie rozwoju marketingu. Znany badacz omawianej tu dyscypliny wyznacza kolejne etapy i wskazuje na ich wyróżniki, a zatem na ewolucję marketingu składają się⁴:

1. Marketing 1.0 – to etap, którego determinantą jest produkt i jego wytwarzanie; to czas, w którym firmy koncentrowały się przede wszystkim na wytwarzaniu dóbr i osiągnięciu wysokich wyników sprzedażowych;
2. Marketing 2.0 – to czas, w którym wyznacznikiem działalności firm jest klient, a jednym z głównych celów dążenie do osiągnięcia satysfakcji nabywców, w tym okresie upowszechniła się koncepcja segmentacji rynku oraz działalność przedsiębiorstw zorientowana na targetowanie;
3. Marketing 3.0 – koncentruje się przede wszystkim na zaspokojeniu potrzeb duchowych nabywców; to okres, w którym zwraca się uwagę na to, iż firmy są oceniane nie tylko ze względu na to, co oferują, ale przede wszystkim kim są (jakie wartości preferują lub propagują) – to okres rozwoju społecznego zaangażowania biznesu (CSR);
4. Marketing 4.0 – to krótki okres, którego podstawową determinantą jest rozwój technologiczny związany z cyfryzacją, robotyzacją oraz powszechnością internetu; to marketing ściśle związany z przemysłem 4.0, a także wielokanałową i symetryczną komunikacją;
5. Marketing 5.0 – to nasza współczesność, to czas technologii w służbie ludzkości; jest to okres, w którym łączy się cechy i postulaty marketingu 3.0 oraz marketingu 4.0; to epoka, w której zrównoważone społeczeństwo (zorientowane na wartości) jest wspierane przez technologię; to także czas, w którym technologia dociera do wszystkich dziedzin życia, a marketing uwzględnia indywidualne potrzeby każdego nabywcy – a zatem następuje odejście od koncepcji segmentacji i targetowania na rzecz personalizacji i indywidualizacji (co określane jest jako *segment jednego klienta*).

⁴ P. Kotler, H. Kartajaya, I. Setiawan, *Marketing 5.0. Technologie next tech*, Warszawa 2021, s. 11–25.

Philip Kotler i jego współpracownicy zwracają ponadto uwagę, iż egzystujemy w obliczu przepaści pokoleniowej⁵. Badacze twierdzą bowiem, że obecnie funkcjonuje równocześnie pięć grup pokoleniowych:

1. *Baby boomers* – to pokolenie powojennego wyżu demograficznego urodzone w latach 1946–1964; to osoby, które przyszły na świat i dojrzały w czasach powojennego rozwoju ekonomicznego i społecznych rewolucji; to ludzie, którzy często są jeszcze w wieku produkcyjnym i nadal zajmują stanowiska kierownicze, a zatem mają wpływ na funkcjonowanie firm i instytucji publicznych; do tego pokolenia należą osoby posiadające dużą siłę nabywczą, ale jednocześnie przejawiają ostrożność, a nawet niechęć czy niepewność wobec technologii, która wkracza w różne sfery życia społecznego.
2. Pokolenie X – to osoby urodzone w latach 1965–1980, które określane są jako „młodzi dorośli”, pokolenie to tworzą ludzie, którzy szybko podjęli aktywność zawodową, ponieważ ich dzieciństwo przypadało na czasy recesji ekonomicznej, w których dorośli (rodzice) byli często rozwiedzeni i zapracowani. Grupę tę tworzą ludzie, którzy obecnie stanowią kadrę kierowniczą i znaczącą siłę nabywczą; są to osoby, które doświadczyły wielu przemian (społecznych i technologicznych), co sprawia, że są one elastyczne i łatwo dostosowują się do licznych przemian; istotnymi wartościami dla tej grupy jest grono przyjaciół oraz status społeczny, którego wyznacznikami są posiadane dobra (np. dom czy mieszkanie).
3. Pokolenie Y – tworzą ludzie urodzeni w latach 1981–1996 (tzw. *millenials*), a zatem są to już osoby, których świadome życie przypada na czasy, w których Internet był powszechnie stosowany; są to więc ludzie obeznani z nowymi technologiami i rozwiązaniami cyfrowymi. Pokolenie to tworzą osoby stanowiące najliczniejszą grupę siły roboczej, a także najliczniejszą grupę siły nabywczej; ludzie ci mają nieco bardziej ograniczony dostęp do stanowisk menedżerskich, ponieważ są blokowani przez pokolenia wcześniejsze, co być może jest przyczyną ich skłonności do kontestowania otaczającej ich rzeczywistości. Pokolenie Y to osoby, które przywiązują większą wagę do doświadczenia niż posiadania, w związku z czym nie muszą (na przykład) posiadać

⁵ P. Kotler, H. Kartajaya, I. Setiawan, *Marketing 5.0...*, *op.cit.*, s. 26–45.

własnego domu, ale mogą mieszkać w wynajmowanym mieszkaniu, dzięki czemu posiadane środki chętniej przeznaczą na pozyskanie innych wartości.

4. Pokolenie Z – to cyfrowi tubylcy, do których zalicza się ludzi urodzonych w latach 1997–2009; ich życie przebiega w ścisłym związku z przestrzenią wirtualną – świat rzeczywisty i wirtualny mają charakter bytów równoległych, w których osoby należące do tego pokolenia funkcjonują równocześnie konsumując i tworząc treści; są to osoby pragmatyczne i świadome w zakresie uwarunkowań ekonomicznych; to ludzie pragmatyczni i posiadający precyzyjne oczekiwania wobec marek i firm – oczekują wobec tego indywidualizacji i personalizacji, ponieważ w stosunku do swojej egzystencji prezentują postawę skoncentrowaną na minimalizm, z jednoczesnym nastawieniem na pozytywne przemiany społeczne (np. w zakresie ekologii).
5. Pokolenie alfa – to najmłodsza populacja, do której zalicza się osoby urodzone w latach 2010–2025. Są to ludzie bardzo młodzi, którzy jeszcze nie posiadają pełnoletności, jednak mają duży wpływ na swoich rodziców należących najczęściej do pokolenia Y, a zatem pokolenie to może mieć wpływ na zachowania konsumenckie oraz decyzje zakupowe. Ta grupa pokoleniowa określana jest jako *dzieci XXI wieku*, co ma wskazywać nie tylko na nową epokę, w której przyszedł na świat, ale przede wszystkim odmienny sposób postrzegania rzeczywistości.

Przedstawiona powyżej charakterystyka poszczególnych grup pokoleniowych ma na celu ukazanie różnic występujących pomiędzy współegzystującymi pokoleniami. Należy w tym miejscu zauważyć, że żyjemy w czasach, w których równocześnie funkcjonuje więcej grup pokoleniowych, niż miało to miejsce w epokach poprzednich. W latach minionych równocześnie żyło mniej pokoleń, ponieważ okres życia ludzkiego był krótszy, a tempo zmian było wolniejsze. Obecnie egzystujemy zatem w czasach, w których równocześnie żyje więcej różniących się od siebie grup pokoleniowych, co generuje różnorodność oczekiwań i uwarunkowań. Wobec powyższego nie powinna budzić zastrzeżeń koncepcja Philipa Kotlera i jego współpracowników, według której obecnie funkcjonujemy w obliczu marketingu 5.0. Powyższe rozważania mają fundamentalne znaczenie dla niniejszej publikacji, ponieważ wyznaczają kierunek dalszych rozważań.

Szkoły wyższe to podmioty, które stosują zasady zarządzania marketingowego oraz uwzględniają aktualne trendy społeczne, a zatem starają się zaspokoić oczekiwania poszczególnych grup otoczenia. Sformułowana na potrzeby tej rozprawy hipoteza wymaga zbadania, ponieważ uczelnie prowadzą działalność skierowaną do różnych grup otoczenia. Stosując wyżej przytoczoną taksonomię należy przyjąć, że szkoły wyższe tworzą ofertę przeznaczoną dla pięciu grup pokoleniowych – od *baby boomers* do pokolenia alfa. Wobec powyższego warto poddać obserwacji działania promocyjne szkół wyższych, których działalność skierowana jest do szerokiej publiczności, albowiem uczelnie posiadają propozycje kształcenia w ramach studiów stacjonarnych i niestacjonarnych (pierwszego i drugiego stopnia oraz studiów doktoranckich), a także studiów podyplomowych. Propozycje większości uczelni obejmują również kształcenie w ramach uniwersytetów trzeciego wieku, uniwersytetów dziecięcych, a także szkoleń czy konferencji. Uzasadnione zatem jest stwierdzenie, że szkoły wyższe adresują swoją ofertę do wszystkich wyżej wymienionych grup pokoleniowych.

Celem przeprowadzonego na potrzeby tej publikacji badania będzie zatem analiza działań promocyjnych szkół wyższych pod kątem dostosowania się do postulatów marketingu 5.0 oraz uwarunkowań, w których współdzystuje pięć grup pokoleniowych.

Przedmiot badań i metodologia

Na potrzeby niniejszego artykułu przeprowadzono badania eksploracyjne w internecie, których celem było poszukiwanie materiałów video (spotów promocyjnych) tworzonych przez szkoły wyższe. Uzasadniona bowiem będzie teza, iż wszyscy potencjalni adresaci oferty szkół wyższych korzystają z internetu, natomiast nie wszystkie grupy pokoleniowe stanowią na przykład publiczność telewizyjną. Internet stał się zatem najpowszechniejszym medium dla całej populacji. Fakt ten determinuje ponadto specyfika oferty uczelni, z której korzystanie wymaga choćby podstawowych kompetencji w tym zakresie. Jako przedmiot badań wybrano materiały video, ponieważ ich audiowizualna forma w największym stopniu może zaspokoić potrzeby komunikacyjne wszystkich grup pokoleniowych,

a ponadto jest zgodna z tendencjami panującymi w marketingu 5.0, według których technologia jest wszechobecna. Materiały video to ponadto forma promocji, która jest publikowana w mediach społecznościowych, serwisach internetowych, a także jest dostępna przy zastosowaniu wyszukiwarek, a więc uprawnione będzie stwierdzenie, iż audytorium spotów promocyjnych jest szerokie i różnorodne.

Aby badanie przebiegało zgodnie z niezmienną procedurą, podczas poszukiwań materiałów promocyjnych za każdym razem w wyszukiwarce była wpisywana fraza rozpoczynająca się od słów *spot promocyjny*, a następnie była dodawana nazwa uczelni oraz miasto, w którym znajduje się siedziba danej szkoły wyższej. W dniach 5–6 czerwca 2022 roku przeprowadzono badanie, którego celem było poszukiwanie filmów promocyjnych uczelni działających na terenie pięciu województw: dolnośląskiego, lubuskiego, opolskiego, śląskiego i wielkopolskiego. Analiza była prowadzona według następujących kryteriów:

1. aktualność spotu – data publikacji od roku 2019 do roku 2022;
2. tematyka spotu – koncentracja na walorach uczelni (produkcje, czyli ofercie danej szkoły wyższej) lub eksponowanie wartości uznawanych powszechnie za istotne, nawiązywanie do postulatów i założeń marketingu 5.0;
3. przekaz reklamy (apel), czyli komunikowana w reklamie korzyść dla odbiorcy⁶;
4. warstwa wizualna i werbalna filmu, ze szczególnym uwzględnieniem słownictwa, sloganów reklamowych oraz motywów, a szczególnie postaci oraz obiektów, miejsc itd., a także ich symboliki;
5. forma filmu promocyjnego – nowoczesna czy szablonowa, oparta na typowych i tradycyjnych środkach wyrazu czy ukazująca temat w sposób nowoczesny, innowacyjny lub oparty na nowych technologiach.

Na podstawie tak określonej procedury obserwacji poddano działania niemal stu uczelni (uniwersytetów, politechnik, akademii, akademii nauk stosowanych – dawnych wyższych szkół zawodowych oraz uczelni niepublicznych). Na potrzeby niniejszej publikacji przeanalizowano

⁶ K. Janiszewska, R. Korsak, B. Kwarciak, P. Lewiński, M. Lisowska-Magdziarz, E. Nowińska, R. Zimny, *Wiedza o reklamie. Od pomysłu do efektu*, Bielsko-Biała 2009, s. 262–265.

tylko wybrane spoty promocyjne, które stanowią egzemplifikację trendów występujących w aktualnych działaniach promocyjnych szkół wyższych. Wybrano filmy typowe lub takie, które ilustrują tezę sformułowaną na podstawie obserwacji. Należy w tym miejscu podkreślić, że badanie ma charakter pilotażowy, a jego celem jest przede wszystkim zainicjowanie rozważań dotyczących poruszanych zagadnień.

Badanie filmów promocyjnych było prowadzone z uwzględnieniem perspektywy semiotycznej, według której słowo i obraz należy traktować jako znak posiadający denotacje i konotacje⁷. Należy w tym miejscu zauważyć, że w ujęciu semiotycznym komunikacja to relacja między przekazem a odbiorcą, w której może dojść do indywidualizacji kodowania i dekodowania (nadawania i odbioru), które uwarunkowane są przez kontekst sytuacyjny, kulturowy czy osobniczy. Indywidualizacja owa jest zatem zgodna z duchem marketingu 5.0. A zatem nowoczesny przekaz promocyjny jest tak projektowany, aby stosowane w nim kody były znane szerokiej publiczności (bo promocja to komunikacja masowa), ale jednocześnie miały potencjał indywidualnej recepcji.

Podczas obserwacji szczególną uwagę poświęcano sloganom reklamowym, które zwykle umieszczane są w materiałach promocyjnych (także spotach). Poświęcenie większej uwagi tej części przekazów promocyjnych wiąże się z jedną z kluczowych funkcji pełnionych przez hasła, jaką jest pozycjonowanie marki czy produktu. Celem sloganu jest między innymi przekazanie najważniejszego elementu treści przekazu i/lub streszczenie komunikatu⁸. Badanie haseł uwzględniało przede wszystkim warstwę leksykalną – jej semantykę i nacechowanie stylistyczne⁹.

Analiza warstwy wizualnej spotów promocyjnych uwzględniała występujące symbole ikoniczne. Przez symbol rozumieć się tu będzie motyw lub zespół motywów występujących w utworze, które są nośnikami znaczeń ukrytych (zakodowanych). Dekodowanie tych znaczeń jest natomiast możliwe tylko na podstawie kontekstu, w którym występuje dany symbol oraz z uwzględnieniem określonych kompetencji kulturowych¹⁰.

⁷ U. Eco, *Pejzaż semiotyczny*, Warszawa 1972, s. 280–297.

⁸ M. Kochan, *Slogany w reklamie i polityce*, Warszawa 2005, s. 89–90.

⁹ J. Widerski, *Komunikacja językowa w public relations*, Jelenia Góra 2015, s. 151–175.

¹⁰ P. Lewiński, *Retoryka reklamy*, Wrocław 1999, s. 194–211.

Analiza spotów promocyjnych

Uwzględniając powyższe rozważania oraz przyjęte założenia badawcze, zgromadzony materiał należy podzielić na trzy grupy komunikatów:

1. komunikaty uniwersalne – filmy, które są zgodne z założeniami marketingu 5.0 to materiały, które mogłyby również być określone jako komunikaty nowoczesne – jednak leksem ten ma charakter wartościujący, dlatego bardziej uzasadnione wydaje się być określenie uniwersalne;
2. komunikaty sprofilowane – spoty, które eksponują produkt (czyli ofertę uczelni), ale w znacznym stopniu nawiązują do postulatów marketingu 5.0;
3. komunikaty tradycyjne – filmy, które są nienowoczesne i mocno koncentrują się na produkcie (ofercie danej uczelni) lub takie, których bezpośrednim celem jest pozyskanie przyszłych studentów – to spoty, w których niemal wprost nakłania się odbiorcę do skorzystania z propozycji (to materiały należące do wczesnych etapów ewolucji marketingu).

Komunikaty uniwersalne

Do tej grupy należą filmy, których główną determinantą jest konkretna wartość lub kilka wartości istotnych dla współczesnego człowieka. W tych materiałach nie dominuje nadawca przekazu, którym jest konkretna uczelnia, nie jest również eksponowana jego oferta. W materiałach tych nie można wskazać na obecność środków wyrazu, które są zdeterminowane przez segmentację; są to raczej przekazy, w których wielu odbiorców (bez względu na wiek, płeć, rasę itd.) może odnaleźć wartościowy przekaz. Nie oznacza to jednak, że tworzenie materiałów promocyjnych zgodnych z ideą marketingu 5.0 wyklucza koncentrację na jakiejś grupie docelowej, ale oznacza, że materiał nie może eliminować innych grup, że powinien mieć potencjał dotarcia do wielu grup docelowych. Nie są to ponadto przekazy schematyczne, w których główną osią fabularną jest oferta uczelni oraz odbiorca, którym jest młode pokolenie. Istotną cechą tych przekazów może być także technologia, która stanowi jeden

z motywów lub jest determinantą konstytuującą dany przekaz, bowiem bez nowoczesnej technologii nie powstałby dany film.

Interesującym przykładem należącym do tej grupy jest materiał promocyjny Uniwersytetu Wrocławskiego, który utworzony jest w konwencji nieco sensacyjnej. Akcja filmu rozgrywa się w gmachu głównym uczelni, w którym obecny jest tajemniczy osobnik (zob. Fotografia 1)¹¹. Z kolejnych scen filmu widz dowiaduje się, że ów bohater chce wykraść coś cennego. Swego rodzaju wyjaśnieniem tajemniczej historii jest slogan reklamowy: „Uniwersytet Wrocławski. Dobrze wiedzieć więcej”. A zatem rozwiązaniem tej zagadki jest *wiedza*, która znajduje się w gmachu uczelni, którą chce wykraść tajemniczy osobnik. Wiedza zatem jest wartością, która nie jest w tym filmie łączona z żadną dziedzina, grupą społeczną czy sytuacją. Jest to film, którego apel nie jest kierowany do wąskiej grupy odbiorców, a ponadto odbiorcą tym nie musi być tylko młode pokolenie. Apel komunikuje korzyść o charakterze uniwersalnym – jest nią wiedza, która może mieć znaczenie w każdym czasie i dla wielu adresatów.

Nowatorskie spoty promują Uniwersytet Śląski. Zostaną tu omówione dwa przykłady, ponieważ oba zasługują na uwagę, mogą bowiem stanowić swego rodzaju egzemplifikację idei marketingu 5.0. Omówione zostaną również dlatego, że nie są to produkcje wymagające bardzo profesjonalnego warsztatu filmowego, ani też dużych budżetów. Pierwszy film ukazuje ekran, na którym widzimy wiele osób – postaci są ukazane podczas komunikacji on-line (zob. Fotografia 2)¹². W trakcie filmu widz domyśla się, że bohaterami filmu są pracownicy naukowo-dydaktyczni uczelni – osoby różnorodne (pod względem wieku, płci, aparycji czy stylu). Z jednej z pierwszych wypowiedzi wynika, że kluczowe wartości wyznawane przez uczelnię to: „ludzie, działania i edukacja”. Z dalszych wypowiedzi wynika, że w uniwersytecie tym prowadzone są zajęcia dla dzieci, młodzieży, ich rodziców oraz osób aktywnych zawodowo. Niezwykle istotne są ostatnie wypowiedzi, które stanowią wraz z hasłem promocyjnym swego rodzaju motto: „Całe życie, jeden Uniwersytet. Uniwersytet Śląski. Uniwersytet Otwarty”. Z powyższego opisu może wynikać, że materiał jest długi i lekko monotony, jednak krótkie i rzeczowe wypowiedzi

¹¹ <https://www.youtube.com/watch?v=MrJfH2Hrb2o>, [dostęp: 06.06.20022].

¹² <https://www.youtube.com/watch?v=UBe6uLRF4bw>, [dostęp: 06.06.2022].

bohaterów oraz odpowiednia dynamika zapobiegają takiemu zjawisku. Istotną cechą fabuły tego filmu jest także technologia – poszczególne postaci ukazywane są podczas komunikacji on-line, co może między innymi symbolizować obecność uczelni w internecie. Na zakończenie omawiania tego materiału warto zwrócić uwagę na leksykę tego filmu. Nawiązuje ona bowiem do istotnych i uniwersalnych wartości, a uczelnię ukazuje jako instytucję ponadczasową i ponadpokoleniową.

Drugi spot posiada nieco podobną konwencję – tu również ukazywane są krótkie wypowiedzi osób związanych z uczelnią (gównie studentów). Akcja filmu rozgrywa się w studiu radiowym, w którym nagrywane są wypowiedzi poszczególnych bohaterów. Cechą charakterystyczną tego materiału jest różnorodność, bowiem wśród postaci występujących w filmie są: Azjata, Afrykańczyk, homoseksualista, tatuażystka, osoba z niepełnosprawnością oraz rodowita Ślązaczka (zob. Fotografia 3)¹³. Każda z postaci krótko mówi o sobie – skąd pochodzi, co ją wyróżnia. Film kończą słowa wypowiedziane przez Rektora: „Uniwersytet to dobre miejsce dla każdego”, które są hasłem reklamowym uczelni. To także krótki i dynamiczny materiał o prostej formie. Jego głównym przesłaniem jest ukazanie uczelni, w której ważne są wartości, w której różnorodni ludzie mogą funkcjonować, bowiem wartością nadrzędną jest różnorodność i otwartość.

Niemal w identycznej konwencji (jak spot opisany powyżej) przygotowano film Politechniki Wrocławskiej¹⁴. To materiał także ukazujący różnorodność – osobę otyłą, młodą dziewczynę interesującą się motocyklami czy czarnoskórego studenta mówiącego w języku angielskim. Jedna z postaci mówi, że: „Politechnika Wrocławska to taka mama inżynierii, która daje nam miejsce do rozwijania swoich pasji”. Natomiast pointą całej opowieści jest slogan: „PWr. Bądź sobą. Bądź z nami”, z którego jasno wynika, że uczelnia jest miejscem dla osób o zainteresowaniach technicznych, ludzi różnorodnych pod wieloma względami, a uczelnia jest jak ktoś bliski, kto jest otwarty i akceptujący, ktoś kto daje wsparcie i możliwość samorozwoju. Materiał ten ważny jest jeszcze z jednego powodu, otóż jednym z jego istotnych motywów jest technologia, nauki inżynierskie,

¹³ https://www.youtube.com/watch?v=SUjc8f0J_qA, [dostęp: 06.06.2022].

¹⁴ <https://pwr.edu.pl/uczelnia/aktualnosci/premiera-spotu-wizerunkowego-pwr-zobacz-wideo-12478.html>, [dostęp: 06.06.2022].

które są częścią życia ludzi będących bohaterami filmu. Takie ukazanie zjawiska jest również zgodne z duchem marketingu 5.0, według którego technologia istnieje w bezpośredniej bliskości człowieka, jest na jego usługach, jest czymś bliskim – stanowiącym element życia.

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu publikuje obecnie w swoim serwisie internetowym dwa filmy¹⁵. Obie produkcje stworzone są w podobnym stylu: są to dość długie, ale nie nużące opowieści, w których w ogóle nie ma słowa mówionego, a w tle przez cały czas trwania filmu brzmi odpowiednia muzyka. Głównym motywem przewodnim tych spotów jest przyroda – jej piękno i różnorodność. Istotną cechą tych fabułów jest to, że człowiek nie stanowi tu elementu dominującego, a sama uczelnia pojawia się subtelnie w kilku ujęciach (np. ukazana jest siedziba, na której widać tabliczkę z nazwą uczelni). W pierwszym filmie ukazane są plantacje, hodowle i laboratoria; widzimy pszczelarza, laborantów, a także ludzi (którymi mogą być studenci) żyjących w bliskim kontakcie z przyrodą. Uważny widz nie może przeoczyć ujęć, w których ukazana jest bardzo młoda kobieta, a także (przy zastosowaniu zbliżenia i detalu) kolczyk umieszczony na jej wardze. W dalszej części filmu ukazana jest krowa przebywająca na pastwisku – tu również zastosowano zbliżenie i detale, dzięki czemu na pysku zwierzęcia można zobaczyć taki sam kolczyk (zob. Fotografia 4 i Fotografia 5). To film ukazujący wiele interesujących i wymownych scen, do których zaliczyć także można tę, w której ukazana jest kobieta (wyznawczyni Islamu) przytulająca się do owcy. Film sugeruje, że bohaterka również związana jest z Uczelnią. Omówiony powyżej materiał jest wielowymiarowy, a jego recepcja daje możliwość różnorodnych interpretacji, dzięki czemu wielu różnych odbiorców może odnaleźć dla siebie istotną wartość lub przekaz. Symbolika powyżej opisanych scen z pewnością może konotować więź człowieka z przyrodą, ze zwierzętami. Jest to jednak więź oparta na równoprawnych relacjach. Film jest przekazem, w którym nie ma schematycznego targetowania, nachalnego wskazywania na walory i atrybuty uczelni oraz eksponowania młodych ludzi, jako jedynych adresatów oferty szkoły wyższej. W tej samej konwencji utrzymany jest drugi spot, który prezentuje stacje

¹⁵ <https://upwr.edu.pl/uczelnia/system-identyfikacji-wizualnej/materialy-promocyjne/filmy-promocyjne>, [dostęp: 06.06.2022].

i gospodarstwa prowadzone przez Uczelnię na terenie Dolnego Śląska¹⁶. Jednak tu również nie występują zjawiska charakterystyczne dla typowych filmów promocyjnych. W tym spocie obecny jest jeszcze atrakcyjny wątek poboczny, który można zinterpretować jako więź człowieka z przyrodą. Otóż w pierwszych minutach filmu ukazane jest piękne, czerwone jabłko, spadające z drzewa na trawę. Następnie widz może zapomnieć o tym motywie, aż do chwili, kiedy (w ostatnich kadrach filmu) ukazana jest z góry panorama miasta, z wyraźną ekspozycją siedziby Uniwersytetu Przyrodniczego. Następnie, przy zastosowaniu ujęcia od dołu ukazany jest chodnik, na którym leżą wczesne jesienne liście (to znak, że akcja rozgrywa się we wrześniu). W kolejnym ujęciu widać to samo jabłko, które na początku filmu spadło z drzewa, a teraz wolno toczy się po miejskim bruku. W następnym ujęciu ukazana jest młoda dziewczyna, która pochyła się, podnosi owoc i przytula, a następnie kieruje się do gmachu uczelni. Film kończy hasło: „naturalny wybór”. A zatem wybór oczywisty, ale również zgodny z naturą, taki, w którym natura jest sprzymierzeńcem (a może przyjacielem) człowieka. Powyższy przekaz jest cechą charakterystyczną powyżej opisanych filmów, jak również spotu kolejnego. W niemal identycznej konwencji został zaprojektowany bowiem film promujący Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu¹⁷.

Na stronie internetowej Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu opublikowane są aktualnie trzy filmy. W tym miejscu omówiony zostanie tylko jeden, ponieważ dwa kolejne posiadają cechy właściwe kategorii, którą na potrzeby tej pracy określono jako filmy sprofilowane. Należy w tym miejscu zauważyć, że takie rozwiązanie stosuje więcej uczelni (np. Uniwersytet Opolski, Politechnika Wrocławska czy Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu). Rozwiązanie takie można chyba uznać za właściwe, ponieważ dzięki temu, szkoły wyższe ukazywane są z różnej perspektywy. Filmem uniwersalnym opublikowanym przez Uniwersytet Adama Mickiewicza w Poznaniu jest materiał, którego hasło (oraz przesłanie) brzmi następująco: „UAM. Przygoda życia”¹⁸. Film składa się ze

¹⁶ <https://upwr.edu.pl/uczelnia/system-identyfikacji-wizualnej/materialy-promocyjne/filmy-promocyjne>, [dostęp: 06.06.2022].

¹⁷ <https://skylark.up.poznan.pl/promocja/filmy-promocyjne>, [dostęp: 06.06.2022].

¹⁸ <https://pracownik.amu.edu.pl/glowna/s/filmy-promocyjne-uam>, [dostęp: 06.06.2022].

scen ukazujących etapy życia studenckiego. Materiał nie posiada dialogów, ani wypowiedzi lektora, a jedyne wypowiedzi pojawiające się w trakcie to krótkie, dwuwyrzowe napisy stanowiące komentarz. Fabuła rozpoczyna się od sceny, w której młody człowiek otrzymuje z uczelni decyzję dotyczącą przyjęcia na studia. W tym miejscu pojawia się pierwszy komentarz – „decyzja życia”. Następne sceny ukazują: „spotkanie życia”, „miłość życia”, „wyjazd życia”, „rozmowę życia”, „pasję życia”. A na koniec jest „szkoła życia”. W tym miejscu warto pochylić się nad tymi leksemami, ponieważ nazywają one istotne wartości – wartości uniwersalne i ponadczasowe. Chociaż bohaterami filmu są wyłącznie młodzi ludzie, to jednak starsze grupy pokoleniowe mogą w tym utworze dostrzec wartościowe przesłanie. Należy w tym miejscu zaznaczyć, że tworzenie przekazów promocyjnych zgodnych z ideą marketingu 5.0 nie musi oznaczać, że nie należy ukazywać tylko jednej grupy docelowej; oznacza raczej, że przekaz powinien być tak konstruowany, aby był uniwersalny i nie eliminował innych targetów. Narracja omawianego tu filmu prowadzona jest dynamicznie, ale w taki sposób, aby odbiorca podczas oglądania oczekiwał na kolejne sceny i ujęcia. Ważne jest także to, że dominantą tego materiału są wartości i człowiek, a uczelnia jest tłem, środowiskiem, w którym to wszystko (o czym jest mowa) może się zdarzyć. Na zakończenie analizy tego materiału warto zwrócić uwagę na symboliczną scenę, w której wykładowca opuszcza salę wykładową (ukazany jest przy drzwiach), a w kolejnym ujęciu (nieco od dołu, co eksponuje siłę postaci) ukazani są młodzi ludzie stojący na blatach pulpitów, służących im na co dzień do notowania podczas zajęć (zob. Fotografia 7). To symboliczna scena, którą można rozmaicie interpretować, ale jedno z możliwych odczytań sugeruje, że uczelnia to miejsce, w którym ludzie mogą poczuć swoją siłę, wartość, poczucie misji oraz gotowość do zmian.

Warto jeszcze poświęcić nieco uwagi filmowi promującemu Uniwersytet Zielonogórski. To dość prosty przekaz, w którym przez cały czas trwania filmu ukazany jest ekran dotykowy – komputera lub tabletu. Na ekranie ukazują się krótkie frazy oraz ikony, a wszystko zmienia się dzięki ruchom palca, który nawiguje poszczególnymi odsłonami¹⁹. Ważne

¹⁹ <https://www.tv.uz.zgora.pl/index.php?uniwersytet-zielonogorski-spot>, [dostęp: 06.06.2022].

w tym filmie są elementy tekstowe, które w zwięzły sposób komunikują misję tej szkoły wyższej – jest to „uczelnia przyszłości”. Kluczowe dla tego przekazu są także słowa: „młodość, pasja, rozwój”, które są swego rodzaju przesłaniem wskazującym na wartości związane z uniwersyte-tem, bowiem istotnym wyróżnikiem tego filmu jest to, że widz prawie do końca nie wie, o jakiej uczelni jest mowa. A zatem można ten przekaz odczytać w sposób następujący: młodość, pasja i rozwój to cechy, wartości uniwersytetu – uczelni przyszłości. Dopiero w ostatnim kadrze jest informacja, że materiał dotyczy Uniwersytetu Zielonogórskiego. Ważną cechą tego przekazu jest także forma, która nawiązuje do nowoczesnych technologii, a to jest cecha marketingu 5.0.

Film Uniwersytetu Opolskiego jest skoncentrowany na jednej grupie pokoleniowej – to pokolenie Z²⁰. Jednak nowatorstwo tego materiału polega na eksponowaniu wartości. Podczas krótkiego i dynamicznego filmu ukazywane są sceny, w których młodzi ludzie spotykają się, bawią czy uprawiają sport. Materiał nie zawiera dialogów ani wypowiedzi lektora. Jedyne słowa, jakie się pojawiają to napisy w języku angielskim nazywające poszczególne wartości: „rozrywka”, „dobre wibracje”, „przyjaźń”, „zabawa”, „spotkania”. Jednak oglądając ten film nie można odbierać przesłania inaczej, jak tylko w odniesieniu do młodego pokolenia. Zatem materiał ten jest raczej przykładem pogranicznym – należącym do obu kategorii.

Komunikaty sprofilowane

Spoty należące do tej grupy nadal nawiązują do koncepcji marketingu 5.0, jednak dotyczą najczęściej jakiegoś aspektu. Równocześnie w materiałach tych obecna jest ekspozycja oferty lub wyraźne targetowanie eliminujące grupy, które także stanowią potencjalnych adresatów oferty szkół wyższych. Są to ponadto przekazy, w których znacznie bardziej wyraźny jest (w odróżnieniu od komunikatów uniwersalnych) aspekt perswazyjny – występuje słownictwo nacechowane lub wartościujące, wskazujące na uczelnię czy jej ofertę, lub obecne są znaki wizualne jednoznacznie

²⁰ <https://uni.opole.pl/video/>, [dostęp: 06.06.2022].

eksponujące walory danej szkoły wyższej. Jednak wyraźną cechą tych przekazów jest nawiązywanie do wartości, a nie wyłączna prezentacja oferty danego podmiotu.

Charakterystycznym przykładem jest film promujący Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, w którym jednoznacznie występuje prezentacja bazy i potencjału uczelni – jej siedziby i lokalizacji, ale również ekspozycja wartości: przyjaźni, wiedzy, spotkań i rozrywki²¹. W tym spoście wyraźne jest też sprofilowanie odbiorcy, którym są wyłącznie młodzi ludzie – przedstawiciele pokolenia Z. Omówiony tu przekaz jest bardzo zbliżony do opisanego powyżej filmu promującego Uniwersytet Opolski. W tym miejscu może zatem zrodzić się wątpliwość, dlaczego spot Uniwersytetu Opolskiego jest raczej przykładem komunikatu uniwersalnego, a spot Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu należy już do kolejnej kategorii. Oczywiście, jak większość typologii, także i ta zaproponowana na potrzeby niniejszej publikacji ma charakter umowny, a granice między poszczególnymi kategoriami są nieostre. Jednak różnica między dwoma wyżej opisanymi komunikatami polega na tym, że film Uniwersytetu Opolskiego *explicite* promuje ofertę uczelni – wskazuje na to między innymi wyraźna ekspozycja bazy tej szkoły wyższej.

Kolejne, zgromadzone komunikaty sprofilowane posiadają dość podobną konwencję, a zatem występuje w nich wyraźna ekspozycja oferty danej uczelni, prezentacja potencjału i atrybutów, ale istotną dominantą jest także ekspozycja uniwersalnych wartości i brak wąskiej segmentacji. Przykładem takiego zarządzania promocją jest między innymi film Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Nysie, w którym ukazane są bawiące się dzieci, a każde z nich mówi o tym, kim będzie w przyszłości: „będę łapać przestępców”, „będę gasiła pożary”, „zbuduję super dom”, „uratuję życie”, „będę prezesem”, „będę gwiazdą”. Wypowiedzi te dotyczą zawodów, jakie można wykonywać po ukończeniu tej uczelni, wiążą się one bowiem ściśle z kierunkami studiów prowadzonymi przez tę szkołę wyższą. Profesje te nawiązują ponadto do ważnych wartości – bezpieczeństwa, zdrowia, życia, sztuki oraz samorealizacji. Ważne jest także i to, że bohaterami są dzieci, a zatem nie można zarzucić twórcom tego komunikatu, że zawężają publiczność do jednej grupy pokoleniowej. Na

²¹ <https://www.youtube.com/watch?v=mqvXnY-UW3A>, [dostęp: 06.06.2022].

zakończenie należy podkreślić, że o zawodach stereotypowo przypisanych mężczyznom wypowiadają się dziewczynki. Fakt ten ma charakter symboliczny, bowiem jest dowodem nowoczesnego podejścia, w którym nie zachodzi schematyczne klasyfikowanie ludzi. Jest to jednak przekaz eksponujący uczelnię, bowiem w ostatnich kadrach widać siedzibę, a lektor wypowiada na koniec hasło: „Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Nysie. Spełniamy Twoje marzenia”.

W tej samej konwencji zaprojektowano film Wyższej Szkoły Handlowej we Wrocławiu, którego główną dominantą jest prezentacja siedziby – bazy szkoły. Fabułę filmu wypełniają jednak sceny ukazujące młodych ludzi, którzy tańczą przed gmachem uczelni, spotykają się na korytarzach, budują relacje z wykładowcami. Wśród studentów tej uczelni dominują młodzi ludzie (przedstawiciele pokolenia Z), ponadto wśród nich jest osoba poruszająca się na wózku inwalidzkim. Materiał ten jest zatem kolejnym przykładem filmu sprofilowanego na ofertę i target, jednak eksponującego również wartości uniwersalne, bowiem akcentowanie obecności studentów posiadających pewne ograniczenia stanowi znak otwartości.

Prezentacja oferty to także dominanta spotu Dolnośląskiej Szkoły Wyższej. Materiał ten szeroko ukazuje bazę, prezentuje dorobek, kierunki oraz uprawnienia. Orientacja na promocję oferty (produktu) wyraźna jest w wielu fragmentach tego komunikatu, np. w jednym z inicjalnych fragmentów lektor opowiada o mieście (Wrocławiu) jako o czołowym ośrodku akademickim w Polsce, po czym informuje o liczbie szkół wyższych działających na terenie miasta i dodaje: „wiodące miejsce zajmuje Dolnośląska Szkoła Wyższa”. Wszystkie powyżej opisane cechy i elementy tworzące spot sprawiają, że jego koncentracja na pozyskaniu przyszłego studenta jest oczywista. Nowoczesnym i zgodnym z duchem marketingu 5.0 komponentem jest wskazywanie na wartość istotną dla współczesności – jest nią człowiek. O różnych aspektach dotyczących tej wartości mówi bohaterowie filmu: student posiadający niepełnosprawność ruchową (zob. Fotografia 9)²², młoda studentka oraz wykładowczyni, które są absolwentkami szkoły. Istotną wizualizacją takiego funkcjonowania uczelni jest scena ukazująca studentów (różnorodnych) siedzących w dużej sali

²² <https://www.youtube.com/watch?v=2fC-GsWGhIg>, [dostęp: 06.06.2022].

wykładowej. Wśród nich widz bez trudu może dostrzec także osobę duchowną (zob. Fotografia 10)²³.

Bardzo podobnym do wyżej opisanego spotu jest film Wyższej Szkoły Humanistycznej im. Króla Stanisława Leszczyńskiego w Lesznie²⁴. Ten materiał składa się z wypowiedzi ludzi, którzy studiowali lub studiują w tej uczelni – co istotne są to osoby w różnym wieku. Każda z nich w krótki, ale osobisty i nieco emocjonalny sposób wypowiada się na temat kształcenia w tej szkole wyższej: „zawsze pasjonowało mnie tworzenie ludzkiego piękna”; „na uczelni nauczyłam się słuchać – nie słyszeć”; „wybrałam studia w WSH, bo mieszkam 50 km od Leszna”. To ważne wypowiedzi, które eksponują istotne wartości związane z kierunkami kształcenia – to człowiek i jego piękno, słuchanie innych, ale także bliskość (niewielka odległość od miejsca zamieszkania). Pointą tego materiału jest wypowiedź mężczyzny w średnim wieku, który w swobodny i nieco potoczny sposób stwierdza: „mi się podoba – to o to chodzi, wiesz...”. Natomiast całość podsumowuje krótki slogan „Studuj w Lesznie”. To spot, w którym eksponowane są zatem takie wartości jak człowiek, właściwe relacje międzyludzkie, a także bliskość – rozumiana dosłownie i metaforycznie.

Ostatnim filmem, który zostanie przeanalizowany na potrzeby omówienia tej kategorii jest spot Politechniki Opolskiej. To film, w którym wyraźna jest ekspozycja uczelni, jej walorów i oferty²⁵. Prezentacja obejmuje kadre i studentów, bazę oraz kierunki studiów. Wypowiedź lektora opowiadającego o tej uczelni nacechowana jest słownictwem perswazyjnym (wartościującym pozytywnie, nacechowanym emocjonalnie oraz wywołującym pozytywne konotacje: „najbardziej oblegana uczelnia”, „doceniana”, „posiadamy doskonałą bazę laboratoryjną”, „znakomicie wyposażone sale wykładowe”, „najnowocześniejsze w Europie obiekty” itd. Materiał ten posiada jednak fragment, który odróżnia go od tradycyjnych filmów. W drugiej części spotu para młodych ludzi (widz domyśla się, że są to studenci uczelni) mówi o tym, że wybierając właśnie tę uczelnię można pozyskać wiedzę i umiejętności w zakresie nowych technologii, które mają rangę wartości, dzięki czemu można projektować rzeczywistość

²³ <https://www.youtube.com/watch?v=2fC-GsWGhIg>, [dostęp: 06.06.2022].

²⁴ <https://www.pomaturze.pl/szkola/wyzsza+szkola+humanistyczna+im+krola+stanislaw+leszczynskiego+w+lesznie/1273:2796>, [dostęp: 06.06.2022].

²⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=0zPVZhW3DFs>, [dostęp: 06.06.2022].

(tworzyć nowe obiekty, wytwarzać pojazdy napędzane hybrydowo, stosować multimedia, energię jądrową czy nanomateriały). Wiele scen i ujęć tego materiału ukazuje zatem technologię, która stanowi tu jeden z głównych motywów i istotną wartość.

Komunikaty tradycyjne

Filmy te mogłyby być również określone jako nienowoczesne lub archaiczne – jednak takie kwalifikatory mają charakter wartościujący, dlatego na potrzeby niniejszej publikacji zostało wybrane określenie komunikaty tradycyjne. Ponadto wyrażenie „tradycyjne” wskazuje na związek z przeszłością, a ta cecha stanowi istotny wyróżnik tych materiałów, ponieważ zostały one stworzone zgodnie z tendencjami panującymi w czasach marketingu 1.0 oraz marketingu 2.0. Są to zatem filmy, w których główną dominantą jest prezentacja oferty oraz perswazyjność zorientowana na pozyskanie nowych studentów. Także stylistyka czy forma tych spotów zgodna jest z konwencją poprzednich etapów rozwoju marketingu, a zatem obecne są w tych materiałach wystąpienia rektorów w klasycznej oprawie gabinetów, patetyczne nawiązanie do historii czy jednoznaczne gloryfikowanie własnych osiągnięć. Do tej grupy zaliczyć także należy materiały, w których o uczelni mówią studenci, jednak są to produkcje nienowoczesne, nienaturalne i mocno perswazyjne.

W zgromadzonym materiale znajdują się spoty, w których występują wyłącznie studenci – są to młodzi ludzie ukazani w postawie stojącej (w półzbliżeniu lub planie amerykańskim). Powyższa forma nadaje tym filmom statyczny i raczej nieatrakcyjny charakter. Bohaterowie mówią o swojej uczelni, a ich wypowiedzi nacechowane są perswazyjnie. Poszczególne kwestie zawierają wyrażenia charakterystyczne dla stylu przekazów reklamowych: „profesjonalna kadra”, „znakomite perspektywy”, „najlepsza uczelnia”, „świetne laboratoria”, „perspektywiczny zawód”²⁶.

²⁶ <https://www.youtube.com/watch?v=krXgxijBnwk>, [dostęp: 06.06.2022]; <https://www.youtube.com/watch?v=HC40RJM7Zk>, [dostęp: 06.06.2022]; <https://www.pomaturze.pl/szkola/gornoslaska+wyzsza+szkola+handlowa+im+wojciecha+korfantego+gwsh/2148:2729>, [dostęp: 06.06.2022].

Oglądając te filmy, można oczywiście stwierdzić, że uczelnie te mogą sprawić, że ich absolwenci będą mogli osiągnąć istotne i uniwersalne wartości. Jednak takie podejście ma charakter domniemań i daleko posuniętych interpretacji. Zadaniem prowadzonej analizy jest bowiem formułowanie wniosków na podstawie środków werbalnych i wizualnych obecnych w danym komunikacie, a nie na podstawie przypuszczeń czy oczekiwań odbiorcy.

Do komunikatów tradycyjnych o podobnym charakterze należą między innymi filmy: Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu²⁷, Politechniki Opolskiej²⁸, czy Akademii Kaliskiej²⁹. To także filmy, w których jednoznacznie obecna jest jawna prezentacja i gloryfikacja oferty. Wspólną cechą tych materiałów są także wypowiedzi o mocno perswazyjnym charakterze. Dodatkowym komponentem tych przekazów są długie wypowiedzi rektorów, którzy ukazani są w sposób bardzo klasyczny – na tle gabinetów, w togach, na tle portretów itp. Sceny powyższe często w medioznawstwie określane są jako „gadające głowy”, co stanowi kolejny dowód archaicznego podejścia do projektowania omawianych tu przekazów. Istotną cechą tych filmów jest ponadto koncentracja na historii uczelni, a w przypadku spotu Politechniki Opolskiej jest raczej główną dominantą – fabuła filmu rozpoczyna się od roku 1959.

W zgromadzonym materiale znalazły się ponadto filmy, których omówienie nie wniesie już nic nowego do prowadzonego tu wywodu, ponieważ mają one jawnie perswazyjny charakter, w żadnym aspekcie nie nawiązują do postulatów zrównoważonego społeczeństwa, a nawet ich forma ma charakter niezwykle archaiczny. Wymienić tu zatem należy materiały stworzone przez Wyższą Szkołę Zarządzania i Przedsiębiorczości w Wałbrzychu³⁰ oraz Karkonoską Akademię Nauk Stosowanych w Wałbrzychu (dawnej Karkonoska Państwowa Szkoła Wyższa)³¹. Ponadto należy dodać, że istnieją uczelnie, które w ogóle nie wykorzystują materiałów video lub nie są one dostępne w sieci (np. Państwowa Uczelnia

²⁷ https://www.youtube.com/watch?v=SGjSZ748V_c, [dostęp: 06.06.2022].

²⁸ <https://www.youtube.com/watch?v=Z2TUGq5GtUw>, [dostęp: 06.06.2022].

²⁹ <https://akademia.kalisz.pl/film-promocyjny/>, [dostęp: 06.06.2022].

³⁰ <https://www.pomaturze.pl/szkola/wyzsza+szkola+zarzadzania+i+przedsiębiorczości+wszip/2256:960>, [dostęp: 06.06.2022].

³¹ <https://www.youtube.com/watch?v=enKHqW9yuRw>, [dostęp: 06.06.2022].

Angelusa Silesiusa w Wałbrzychu czy Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Raciborzu).

Podsumowanie

Konkluzje i refleksje formułowane na podstawie przeprowadzonej analizy nie mogą mieć charakteru dogmatycznych twierdzeń, ani też nie wyznaczają obiektywnych i niepodważalnych prawidłowości. Powstały bowiem na podstawie badania próby niereprezentatywnej, a metodologia badawcza być może wymaga modyfikacji. Jednak zamiarem prowadzonych tu rozważań nie było ostateczne rozstrzygnięcie problemu, ale raczej zainicjowanie dyskusji lub dalszych badań.

Na wstępie została sformułowana następująca hipoteza: szkoły wyższe to podmioty, które stosują zasady zarządzania marketingowego oraz uwzględniają aktualne trendy społeczne, a zatem starają się zaspokoić oczekiwania poszczególnych grup otoczenia. Założenie owo stało się konsekwencją rozważań dotyczących aktualnej sytuacji społeczno-gospodarczej, której dominantą jest marketing 5.0 oraz przepaść pokoleniowa. Wobec powyższego przyjęto, że szkoły wyższe to podmioty o wysokim poziomie świadomości aktualnych uwarunkowań, że są to często instytucje opiniotwórcze, kreujące wiele nowych rozwiązań. Uprawnione zatem było założenie, że ich działalność w zakresie komunikacji marketingowej zgodna jest z aktualnymi trendami, a być może nawet pełnią one w tym zakresie rolę liderów czy kreatorów nowych przemian.

Aby jednak nie przesądzać wyniku badań na potrzeby analizy zostały stworzone trzy kategorie, do których przydzielany był analizowany materiał: komunikaty uniwersalne, czyli zgodne z aktualnymi trendami; komunikaty sprofilowane, czyli takie, które w znaczącym stopniu spełniają aktualne oczekiwania oraz komunikaty tradycyjne, które projektowane są według nieaktualnych i nienowoczesnych zasad.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że tylko część uczelni zarządza promocją w sposób zgodny z aktualnymi postulatami. W tych komunikatach obecna jest idea społeczeństwa zrównoważonego, w którym ważne są uniwersalne wartości, personalizacja i indywidualizacja przy

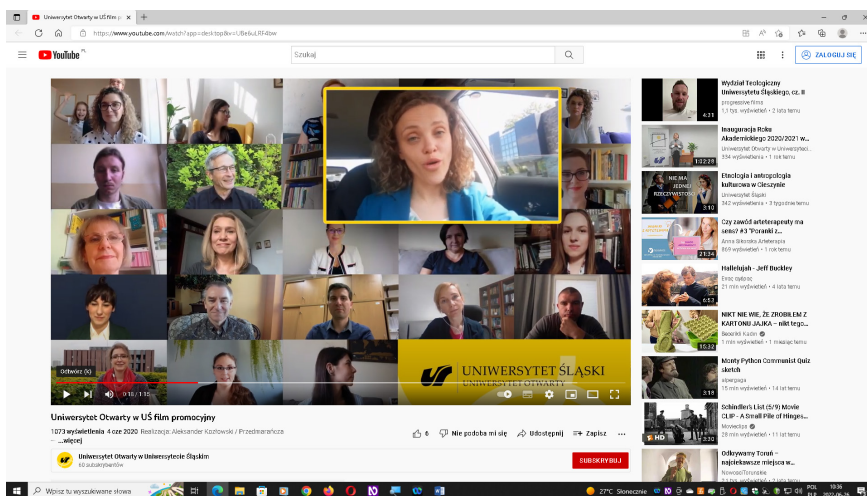
jednoczesnym wsparciu technologii jako sprzymierzeńca ludzkości. Część uczelni, zarządzając komunikacją marketingową, poszukuje kompromisów pomiędzy współczesnymi oczekiwaniami i trendami a podejściem zorientowanym na segmentację czy koncentrację na produkcie. Taka koncepcja wydaje się jednak słuszna i w pełni zrozumiała, bowiem nawet przywoływany wielokrotnie w tej publikacji Philip Kotler nie kwestionuje zasadności targetowania czy orientacji rynkowej. Natomiast zdumiewać może postępowanie tych szkół wyższych, których działania promocyjne tworzone są wyłącznie zgodnie z trendami stosowanymi dwadzieścia lub więcej lat temu. Wobec powyższego należy uznać, że sformułowana hipoteza nie potwierdziła się, bowiem istotna część uczelni nie postępuje zgodnie ze współczesnymi oczekiwaniami w zakresie marketingu i zarządzania promocją.

Fotografie (zrzuty ekranu), do których występują odwołania w tekście



Fotografia 1. Spot Uniwersytetu Wrocławskiego.

Źródło: <https://www.youtube.com/watch?v=MrJfH2Hrb2o>, [dostęp: 06.06.2022].



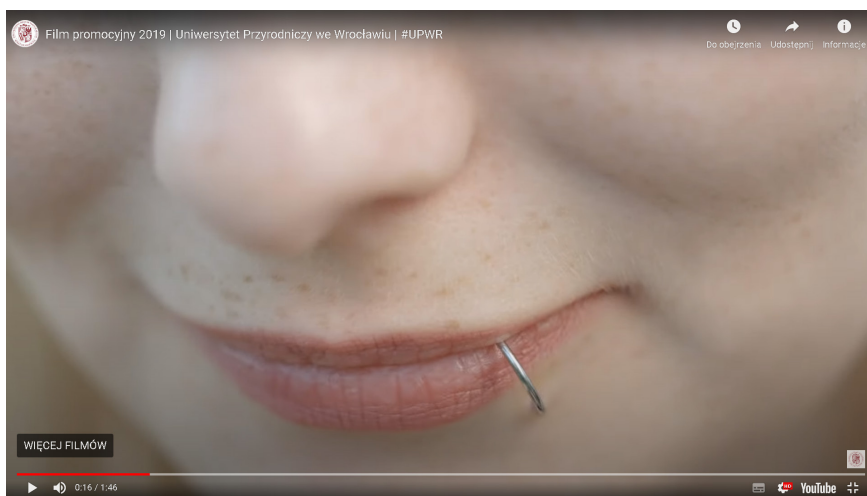
Fotografia 2. Spot Uniwersytetu Śląskiego.

Źródło: <https://www.youtube.com/watch?v=UBe6uLRF4bw>, [dostęp: 06.06.2022].



Fotografia 3. Spot Uniwersytetu Śląskiego.

Źródło: https://www.youtube.com/watch?v=SUjc8f0_qA, [dostęp: 06.06.2022].



Fotografia 4. Spot Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

Źródło: <https://upwr.edu.pl/uczelnia/system-identyfikacji-wizualnej/materialy-promocyjne/filmy-promocyjne>, [dostęp: 06.06.2022].



Fotografia 5. Spot Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

Źródło: <https://upwr.edu.pl/uczelnia/system-identyfikacji-wizualnej/materialy-promocyjne/filmy-promocyjne>, [dostęp: 06.06.2022].



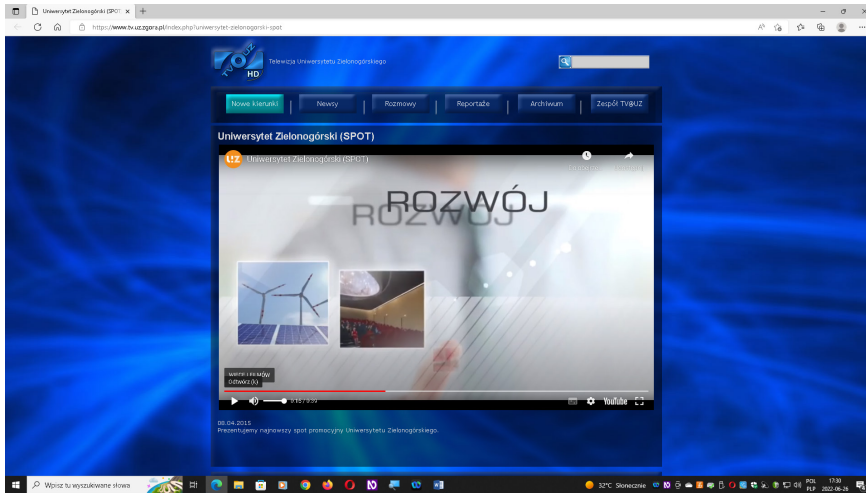
Fotografia 6. Spot Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

Źródło: <https://upwr.edu.pl/uczelnia/system-identyfikacji-wizualnej/materialy-promocyjne/filmy-promocyjne>, [dostęp: 06.06.2022].



Fotografia 7. Spot Uniwersytetu Adama Mickiewicza.

Źródło: <https://pracownik.amu.edu.pl/glowna/s/filmy-promocyjne-uam>, [dostęp: 06.06.2022].



Fotografia 8. Spot Uniwersytetu Zielonogórskiego.

Źródło: <https://www.tv.uz.zgora.pl/index.php?uniwersytet-zielonogorski-spot>, [dostęp: 06.06.2022].



Fotografia 9. Spot Dolnośląskiej Szkoły Wyższej.

Źródło: <https://www.youtube.com/watch?v=2fC-GsWGhIg>, [dostęp: 06.06.2022].



Fotografia 10. Spot Dolnośląskiej Szkoły Wyższej.

Źródło: <https://www.youtube.com/watch?v=2fC-GsWGhIg>, [dostęp: 06.06.2022].



Fotografia 11. Spot Politechniki Poznańskiej.

Źródło: <https://www.youtube.com/watch?v=0zPVZhW3DFs>, [dostęp: 06.06.2022].

Bibliografia

Pozycje zwarte

- Eco U., *Pejzaż semiotyczny*, Warszawa 1972.
- Janiszewska K., Korsak R., Kwarciak B., Lewiński P., Lisowska-Magdziarz M., Nowińska E., Zimny R., *Wiedza o reklamie. Od pomysłu do efektu*, Bielsko-Biała 2009.
- Kochan M., *Slogany w reklamie i polityce*, Warszawa 2005.
- Lewiński P., *Retoryka reklamy*, Wrocław 1999.
- Mazurek-Łopacińska K., *Zachowania nabywców i ich konsekwencje marketingowe*, Warszawa 2003.
- Mruk H., *Marketing. Satysfakcja klienta i rozwój przedsiębiorstwa*, Warszawa 2012.
- Kotler P., Kartajaya H., Setiawan I., *Marketing 5.0. Technologie next tech*, Warszawa 2021.
- Widerski J., *Komunikacja językowa w public relations*, Jelenia Góra 2015.
- Wiktor J.W., *Komunikacja marketingowa. Modele, struktury, formy przekazu*, Warszawa 2013.

Źródła internetowe

- <https://pwr.edu.pl/uczelnia/aktualnosci/premiera-spotu-wizerunkowego-pwr-zobacz-wideo-12478.html>, [dostęp: 06.06.2022].
- <https://upwr.edu.pl/uczelnia/system-identyfikacji-wizualnej/materialy-promocyjne/filmy-promocyjne>, [dostęp: 06.06.2022].
- <https://skylark.up.poznan.pl/promocja/filmy-promocyjne>, [dostęp: 06.06.2022].
- <https://pracownik.amu.edu.pl/glowna/s/filmy-promocyjne-uam>, [dostęp: 06.06.2022].
- <https://www.tv.uz.zgora.pl/index.php?uniwersytet-zielonogorski-spot>, [dostęp: 06.06.2022].
- <https://www.pomaturze.pl/szkola/wyzsza+szkola+humanistyczna+im+krola+stanislawa+leszczynskiego+w+lesznie/1273:2796>, [dostęp: 06.06.2022].
- <https://www.pomaturze.pl/szkola/gornoslaska+wyzsza+szkola+handlowa+im+wojciecha+korfantego+gwsh/2148:2729>, [dostęp: 06.06.2022].
- <https://www.pomaturze.pl/szkola/wyzsza+szkola+zarzadzania+i+przedsiębiorczosci+wszzip/2256:960>, [dostęp: 06.06.2022].
- <https://www.youtube.com/watch?v=UBe6uLRF4bw>, [dostęp: 06.06.2022].

https://www.youtube.com/watch?v=SUjc8f0J_qA, [dostęp: 06.06.2022].
<https://uni.opole.pl/video/>, [dostęp: 06.06.2022].
<https://www.youtube.com/watch?v=mqvXnY-UW3A>, [dostęp: 06.06.2022].
<https://www.youtube.com/watch?v=2fC-GsWGhIg>, [dostęp: 06.06.2022].
<https://www.youtube.com/watch?v=0zPVZhW3DFs>, [dostęp: 06.06.2022].
<https://www.youtube.com/watch?v=krXgxijBnwk>, [dostęp: 06.06.2022].
<https://www.youtube.com/watch?v=HC40RJMj7Zk>, [dostęp: 06.06.2022].
https://www.youtube.com/watch?v=SGjSZ748V_c, [dostęp: 06.06.2022].
<https://www.youtube.com/watch?v=Z2TUGq5GtUw>, [dostęp: 06.06.2022].
<https://akademia.kalisz.pl/film-promocyjny/>, [dostęp: 06.06.2022].
<https://www.youtube.com/watch?v=enKHqW9yuRw>, [dostęp: 06.06.2022].
<https://www.youtube.com/watch?v=MrJfH2Hrb2o>, [dostęp: 06.06.2022].

Biogram autora

Jerzy Widerski – doktor nauk humanistycznych, specjalista z zakresu komunikacji społecznej, a szczególnie komunikacji wizerunkowej i językowej, a także reklamy i *public relations*. Absolwent Instytutu Filologii Polskiej Uniwersytetu Wrocławskiego. Ukończył także studia z zakresu zarządzania i marketingu. Posiada ponad dwudziestoletnie doświadczenie dydaktyczne i naukowe. Jest autorem artykułów, których tematyka związana jest z komunikacją społeczną, a w szczególności reklamą, *public relations* i komunikacją językową. W 2015 roku opublikował książkę pt. *Komunikacja językowa w public relations*. Pracował także na stanowiskach kierowniczych, zajmował się między innymi marketingiem i *public relations*. Członek Zespołu Etyki Słowa Rady Języka Polskiego PAN oraz Karkonoskiego Towarzystwa Naukowego.

Anna Dzikomska-Kaczan

Karkonoska Akademia Nauk Stosowanych w Jeleniej Górze

ORCID: 0000-0001-6547-2779

Wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnych w diagnozie i terapii pedagogicznej oraz w edukacji domowej i zdalnej

Streszczenie: Artykuł dotyczy niezwykle aktualnej kwestii wykorzystania nowoczesnych technologii komunikacyjnych i informacyjnych w systemie oświatowym. W opracowaniu przedstawiono w jaki sposób cyfrowe media mogą zostać wykorzystane w diagnozie i terapii pedagogicznej, a także w warunkach edukacji zdalnej. Autorka powołała się przy tym na własne doświadczenia zawodowe i nowatorski projekt dotyczący zastosowania technologii informacyjno-komunikacyjnych w poradni psychologiczno-pedagogicznej, realizowany w latach 2010–2017. Opisane działania poradni miały związek z edukacją domową i edukacją równoległą. Te formy kształcenia dotyczyły dzieci polskich emigrantów, mieszkających za granicą lub powracających do kraju. W artykule został również poruszony porównawczy wątek uwarunkowań e-edukacji w przekroju historycznym i w kontekście najnowszych doświadczeń polskiego systemu szkolnictwa. Autorka przytacza wyniki publikowanych badań i formułuje szereg wniosków o charakterze pragmatycznym, które korelują ze zjawiskiem migracji oraz innymi dynamicznymi zmianami w życiu społecznym.

Słowa kluczowe: technologie informacyjno-komunikacyjne, diagnoza pedagogiczna on-line, nauczanie domowe, edukacja zdalna

INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN PEDAGOGICAL DIAGNOSIS AND THERAPY AND IN HOME-SCHOOLING AND REMOTE EDUCATION

Abstract: The article concerns an extremely topical issue of the use of modern information and communication technologies in the educational system. The study shows how digital media may be applied in the pedagogical diagnosis and therapy, as well as in remote education. The author refers to her own professional experience and an innovative project on employing the information and communication technologies in a psychological and pedagogical counselling centre, carried out in the years 2010–2017. The activity of the psychological and pedagogical counselling centre described involved home-schooling and parallel education. These modes of education pertained to children of Polish emigrants, living abroad or returning to their native country. The article also discusses the comparison of e-learning conditions over the years as well as the latest experiences of the Polish educational system. The author cites published research findings and draws multiple pragmatic conclusions that correlate with migration and other dynamic changes in social life.

Keywords: information and communication technologies, on-line pedagogical diagnosis, home-schooling, remote education

Wstęp

Rozwój i wykorzystywanie różnych zaawansowanych technologii stały się codziennym zjawiskiem w życiu współczesnego społeczeństwa. Obecny postęp nauki i techniki stwarza niewątpliwie wiele udogodnień dla funkcjonowania zarówno jednostek, jak również w skali ogólnocywilizacyjnej. Technologie teleinformacyjne ICT (ang. *Information and Communication Technologies*) przetwarzające, gromadzące i przesyłające informacje w formie elektronicznej to w praktyce przede wszystkim komputery, nośniki danych i Internet. Wykorzystywane są one obecnie niemalże we wszystkich obszarach naszej egzystencji, stanowiąc jej stały element. Dynamiczny rozwój tych technologii oprócz wielu korzyści niesie ze sobą także cały szereg niebezpieczeństw. Technologia bowiem, wykorzystywana w niewłaściwy sposób, staje się często swoistą „protezą” szeroko rozumianego rozwoju osobowego człowieka. Można to wyraźnie dostrzec w dziedzinie edukacji, a szczególnie w jej aspekcie psychologiczno-pedagogicznym. O ile świadomy, dorosły człowiek jest w stanie korzystać

z różnych zdobyczy współczesnej techniki w sposób racjonalny, używając ich jako narzędzi w wielu formach i rodzajach swojego funkcjonowania, o tyle w przypadku dzieci i młodzieży ich fascynacja technologią często wypiera inne zainteresowania, ograniczając lub eliminując tym samym pozostałe „pozatechnologiczne” aktywności i cele rozwojowe.

Zarówno nauczyciele, jak i rodzice nierzadko zostają skonfrontowani z uzależnieniem dziecka od współczesnych mediów, które w rezultacie powoduje liczne deformacje jego psychofizycznego rozwoju. Percepcja dziecka skanalizowana tylko do treści świata wirtualnego w poważnym stopniu ogranicza jego wiedzę o rzeczywistości realnej oraz utrudnia nabywanie doświadczeń i kompetencji społecznych. Do innych skutków tej sytuacji można zaliczyć ograniczenia interakcji społecznych, zmniejszoną stymulację sfery poznawczo-intelektualnej, emocjonalnej i kulturowej. U dzieci, które spędzają nadmierną ilość czasu przed monitorem komputera mogą pojawić się zaburzenia w rozwoju fizycznym, takie jak wady wzroku, wady postawy, nieprawidłowości w rozwoju układu kostno-mięśniowego i układu nerwowego. Często pojawiają się takie symptomy, jak zmęczenie, rozdrażnienie, huśtawka nastrojów, trudności w koncentracji uwagi, a nawet agresja. W dalszej kolejności skutkuje to trudnościami w nauce szkolnej, w relacjach z najbliższym otoczeniem społecznym – w rodzinie, w szkole, w grupie rówieśniczej, co powoduje izolację, zubaża intelektualnie i emocjonalnie. Uzależnienie od komputera i sieci to także poważny problem wychowawczy, gdyż dziecko w wirtualnym świecie może być epatowane różnymi treściami demoralizującymi, zaburzającymi hierarchię jego wartości lub poczucie bezpieczeństwa. Dlatego tak ważna jest rola osób dorosłych, odpowiedzialnych za rozwój dziecka, aby nauczyć je zasad rozsądnego i bezpiecznego korzystania z komputera czy Internetu. Technologie informacyjno-komunikacyjne mogą być wartościowym narzędziem w procesie dydaktyczno-wychowawczym, jeśli są umiejętnie i właściwie wykorzystywane. Takim przykładem może być zastosowanie ich w edukacji domowej.

Zastosowanie technologii informacyjno-komunikacyjnych w procesie edukacji domowej

W polskim systemie szkolnictwa od 1991 roku istnieje możliwość edukacji domowej. Została ona wprowadzona w wyniku zmian ustrojowych, zapoczątkowanych w naszym kraju pod koniec lat osiemdziesiątych. Ustawa o systemie oświaty z dnia 7 września 1991 roku (z późn. zm.) umożliwiła rodzicom domowe kształcenie swoich dzieci i jednocześnie określiła zasady nauki w trybie realizacji obowiązku szkolnego poza szkołą: „Na wniosek rodziców dyrektor odpowiednio publicznego lub niepublicznego przedszkola, szkoły podstawowej, gimnazjum i szkoły ponadgimnazjalnej, do której dziecko zostało przyjęte, może zezwolić, w drodze decyzji, na spełnianie przez dziecko odpowiednio obowiązku, o którym mowa w art. 14 ust. 3, poza przedszkolem, oddziałem przedszkolnym lub inną formą wychowania przedszkolnego i obowiązku szkolnego lub obowiązku nauki poza szkołą”¹. Ustawa określała także konieczne wymogi formalne dotyczące edukacji domowej. Dotyczyły one terminu złożenia wniosku przez rodziców (do dnia 31 maja), oświadczenia o zapewnieniu dziecku warunków umożliwiających realizację obowiązującej podstawy programowej, a także zobowiązania do przystępowania przez dziecko do rocznych egzaminów klasyfikacyjnych. Jeszcze innym wymogiem było dołączenie do wniosku opinii poradni psychologiczno-pedagogicznej.

W okresie ostatnich 30 lat wielokrotnie zmieniały się nie tylko przepisy prawa oświatowego, dotyczące uwarunkowań edukacji domowej, ale także ewoluowały opinie społeczne i wiedza na ten temat. Ma to swoje odzwierciedlenie także w danych statystycznych. Konstatując, przebyliśmy długą drogę od pojedynczego przypadku chłopca z Zielonej Góry, który w 1991 lub w 1992 roku realizował edukację domową przez jeden semestr z powodów zdrowotnych², do prawie 19 tysięcy uczniów objętych edukacją domową w roku szkolnym 2021/2022³.

¹ Ustawa o systemie oświaty z dnia 7 września 1991 r. (Dz.U. nr 95, poz. 425).

² *Kalendarium polskiej edukacji domowej*, <https://www.edukacja-domowa-instytut.pl/historia-edukacji-domowej-w-polsce>, [dostęp: 31.07.2022].

³ K. Nowakowska, *Z polskiej szkoły ratuj się kto może. Takiego oddziały uczniów ze szkół publicznych jeszcze nie było*, <https://serwis.gazetaprawna.pl/edukacja/>

Początkowo nauczanie domowe jako alternatywna forma edukacji było znane tylko nielicznym zainteresowanym osobom. Często nawet pracownicy oświaty mylili je z nauczaniem indywidualnym. W znanym sposobie napisał o tym w 2004 roku Marek Budajczak, uznany propagator i pionier nauczania domowego w Polsce, autor wielu publikacji poświęconych tej tematyce: „Nieświadomość w tym zakresie jest tak duża, że nawet licznie indagowani (...) polscy specjaliści do spraw oświaty, którzy winni być bardziej niż inni obywatele zorientowani w zakresie prawa edukacyjnego, w większości nie wiedzieli nic na ten temat. Za kuriozalny można uznać fakt, iż pracownicy szeregu placówek średniego szczebla polskiej administracji oświatowej – szczebla kuratorskiego – (...), najczęściej nie potrafili wskazać na żadne regulacje sytuacji tej dotyczące lub wręcz utrzymywali – (...) – że takie ustalenia w ogóle nie istnieją (sic!)”⁴.

Problematyka edukacji domowej była również rzadko podejmowana przez badaczy. Jak pisze A. Dzikomska: „Niewiele zainteresowania poświęca się jej w polskiej literaturze pedagogicznej, a *homeschooling* kojarzony jest raczej z takimi krajami, jak Stany Zjednoczone, Kanada czy Australia. (...) Idea nauczania domowego, zyskująca sobie stopniowo coraz więcej zwolenników w różnych krajach, często wywodzi się z inicjatyw pojedynczych rodzin, tworzących w rezultacie dynamiczny ruch społeczny, wykreowany chęcią samodzielnego kierowania karierą edukacyjną swojego dziecka – poza instytucją szkoły. (...) Do podstawowych pobudek należy zapewnienie dziecku komfortu edukacyjnego, sprzyjającego jego rzeczywistej samorealizacji. Nie bez znaczenia są również przesłanki dotyczące niskiej efektywności nauki w szkole, a także dylematy aksjologiczne związane z wolnością wyboru”⁵.

Podobne motywacje dydaktyczne, wychowawcze i opiekuńcze dotyczą zapewne także rodziców w Polsce. Dodatkowo upowszechnianiu

artykuły/8301454,liczba-uczniow-edukacja-domowa-szkola-publiczna.html, [dostęp: 20.07.2022].

⁴ M. Budajczak, *Edukacja domowa*, Gdańsk 2004, s. 23–24.

⁵ A. Dzikomska, *Nowatorska forma diagnozy pedagogicznej dla potrzeb nauczania domowego z wykorzystaniem technologii informatycznej – studium przypadku*, „Zeszyty Naukowe Ostrogskiej Akademii. Psychologia i pedagogika” 2013, nr 24, s. 141.

idei edukacji domowej w naszym kraju w okresie ostatnich dekad sprzyjały także procesy demokratyzacji, mające również swoje odzwierciedlenie w polityce oświatowej. Jak trafnie stwierdził B. Śliwerski: „System edukacyjny w społeczeństwie otwartym, pluralistycznym, w którym nie dąży się do ujednolicenia elementów struktury społecznej, toleruje różnorodność ideologicznych oraz normatywnych orientacji i działań, istnieje ciągły wybór między alternatywnymi możliwościami uczenia się. Tak rozumiany pluralizm oznacza, że każdy może praktykować odmienną drogę uczenia się, krytyki i afirmacji określonych koncepcji wychowania czy kształcenia”⁶. Te nowe idee i koncepcje oświatowe przełożyły się w praktyce na umożliwienie nie tylko nauczania domowego, ale także stworzyły podstawę legislacyjną do tworzenia „...szkół i placówek niepublicznych oraz klas i programów autorskich. Istotnie też wzbogaciła się oferta wydawnicza, dotycząca zarówno podręczników, jak i materiałów dydaktycznych. Nowe warunki dały podstawę dla większej autonomii nauczycieli (...)”⁷.

Znamienne jest to, że większość tych zmian, wprowadzonych na przełomie lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku, spotkała się z powszechną akceptacją i aprobatą społeczną, lecz nauczanie domowe przez długi okres czasu pozostawało marginalną i niejako „podejrzaną” formą kształcenia. W literaturze pedagogicznej można spotkać opinie, że pomimo narastających w szkole różnych zjawisk patologicznych, takich jak narkomania czy agresja, społeczeństwo polskie preferuje tradycyjny model szkoły i obowiązek uczęszczania do niej⁸. Niechęć wobec nauczania domowego często cechowała także pracowników resortu szkolnictwa. Wspomniany już Marek Budajczak, nauczyciel domowy od 1995 roku, a także prezes Stowarzyszenia Edukacji Domowej oraz Instytutu *Educatio Domestica*, pisze o tym następująco: „Spotykało nas, choć nie wyłącznie, niezrozumienie, brak otwartości na współpracę, czasami wrogość, nawet z przekraczaniem prawa. Trudności te piętzyli przed nami nieżyczliwi ludzie, przede wszystkim zaś pracownicy i decydenci

⁶ B. Śliwerski, *Jak zmieniać szkołę? Studia z polityki oświatowej i pedagogiki porównawczej*, Kraków 1998, s. 151.

⁷ A. Dzikomska, *Nowatorska forma diagnozy pedagogicznej...*, *op.cit.*, s. 141.

⁸ *Ibidem*, s. 141–142.

oświatowi – od dyrektorów lokalnej szkoły, po kolejnych (nie wszystkich, na szczęście) ministrów edukacji narodowej”⁹.

Jak jednak można zauważyć i co potwierdzają statystyki, zainteresowanie nauczaniem domowym na przestrzeni lat sukcesywnie narastało i tendencja ta utrzymuje się w dalszym ciągu. Szczególnie widoczna jest w ostatnich latach, gdyż w roku szkolnym 2021/2022 liczba uczniów objętych nauczaniem domowym zwiększyła się o 80% w porównaniu do poprzedniego roku szkolnego, przy czym najliczniejszą grupę stanowią uczniowie szkół podstawowych¹⁰. Zygmunt Puchalski, prezes Społecznego Towarzystwa Oświatowego, wyjaśnia ten wzrost następująco: „W sytuacji, gdy polska szkoła zaczyna się jawić jako miejsce opresyjne, które nie służy dobru dziecka, trudno się dziwić, że rodzice poszukują alternatywy. Jeśli mają wybierać między szkołą radosną, skoncentrowaną na potrzebach dziecka, a szkołą, w której zainteresowania ucznia mają być składane na ołtarzu podstawy programowej, z pewnością wybiorą tę pierwszą”¹¹.

Przepisy prawne regulujące podstawy organizacyjne edukacji domowej zmieniały się kilkakrotnie. Dokładne zestawienie aktów prawnych wraz z ich analizą i interpretacją podaje Instytut Educatio Domestica na swojej stronie internetowej w zakładce Kalendarium Polskiej Edukacji Domowej¹².

Nauczanie domowe postrzegane jest coraz częściej jako najstarszy, najbardziej wartościowy i korzystny dla dziecka sposób zdobywania wiedzy. Monika Kamińska-Wcisło tak charakteryzuje edukację domową: „Jest to zindywidualizowana forma nauczania poza szkołą, dopasowana do

⁹ *Kalendarium polskiej edukacji domowej*, <https://www.edukacja-domowa-instytut.pl/historia-edukacji-domowej-w-polsce>, [dostęp: 31.07.2022].

¹⁰ K. Nowakowska, *Z polskiej szkoły ratuj się kto może. Takiego odpływu uczniów ze szkół publicznych jeszcze nie było*, <https://serwisy.gazetaprawna.pl/edukacja/artykuly/8301454,liczba-uczniow-edukacja-domowa-szkola-publiczna.html>, [dostęp: 20.07.2022].

¹¹ K. Nowakowska, *Z polskiej szkoły ratuj się kto może. Takiego odpływu uczniów ze szkół publicznych jeszcze nie było*, <https://serwisy.gazetaprawna.pl/edukacja/artykuly/8301454,liczba-uczniow-edukacja-domowa-szkola-publiczna.html>, [dostęp: 20.07.2022].

¹² *Kalendarium polskiej edukacji domowej*, <https://www.edukacja-domowa-instytut.pl/historia-edukacji-domowej-w-polsce>, [dostęp: 31.07.2022].

potrzeb dziecka, którą można realizować w dowolnym czasie i miejscu. (...) Dzieci pozostające w edukacji domowej formalnie zapisane są do szkoły systemowej, najczęściej do placówki przyjaznej edukacji domowej. Odpowiedzialność za przyswojenie wiedzy w roku szkolnym spoczywa na barkach samego ucznia (i ewentualnie – zależnie od wieku dziecka – jego rodziców). W przeciwieństwie do nauki zdalnej w edukacji domowej dziecko prowadzone jest przez rodzica-edukatora. Obowiązek szkolny spełnia poza murami szkoły. Bez ławek, klasówek i stresu. Dziecko uczy się w sposób spersonalizowany i asynchroniczny. Samo decyduje, czego będzie się uczyło danego dnia. Pracuje w swoim tempie dostosowanym do możliwości i kondycji. Nie ma ocen cząstkowych i prac domowych. Umiejętności zdobywa również poprzez doświadczenie, w praktyce, podczas pracy nad projektem, podróży, spacerów po lesie, wyjść do muzeum czy teatru. Rodzic w edukacji domowej ma wolny wybór w doborze narzędzi i materiałów edukacyjnych, z jakich będzie korzystało jego dziecko. Jest to idealne rozwiązanie dla tych, którzy preferują nowe metody nauczania. Takie elastyczne podejście daje otwartość na to, co daje nam świat. Dziecku nadal przysługują podręczniki szkolne, ale nie musi się do nich ograniczać. Rodzic z kolei ma cały wachlarz możliwości: materiały elektroniczne, książki i filmy edukacyjne, e-platformy do nauki. Rodzice weryfikują, jaki styl uczenia odpowiada uzdolnieniom dziecka, unikając w ten sposób marnowania czasu na nieefektywne i niedostosowane do jego charakteru techniki. W edukacji domowej wiedza jest weryfikowana w postaci rocznego egzaminu klasyfikacyjnego. Nie oznacza to jednak, że uczeń wszystkie egzaminy zdaje dopiero w czerwcu. W szkołach przyjaznych edukacji domowej dziecko może zaliczać materiał z podstawy programowej blokowo z wybranych przedmiotów w ciągu roku. Zdarza się, że uczeń z edukacji domowej w maju, a nawet w marcu, ma już wakacje¹³.

Jedną z takich szkół przyjaznych edukacji domowej są Polskie Szkoły Internetowe Libratus. Projekt edukacyjny realizowany przez tę placówkę od 2010 roku do dzisiaj, początkowo we współpracy z krakowskimi Prywatnymi Szkołami „Inspiracja”, a obecnie koordynowany przez Fundację

¹³ M. Kamińska-Wcisło, *Edukacja domowa vs. nauczanie zdalne*, <https://domowi.edu.pl/blog/edukacja-domowa-vs-nauczanie-zdalne/>, [dostęp: 15.07.2022].

Edukacji Polonijnej, „przecierał szlaki” edukacji domowej organizowanej w polskim systemie szkolnym i tworzył dobre wzorce wykorzystywania technologii informacyjno-komunikacyjnych w procesie kształcenia. Projekt, który powstał w 2010 roku pod nazwą „Nauczanie domowe wspomagane e-edukacją dla dzieci emigrantów polskich” został adresowany do dzieci będących na etapie szkoły podstawowej i gimnazjum, których rodzice to obywatele RP, przebywający czasowo lub na stałe za granicą, posługujący się językiem polskim i chcący umożliwić swoim dzieciom naukę w systemie polskiego szkolnictwa¹⁴. Projekt realizowany jest z sukcesem do dziś, zapewniając przemyślaną, dobrze zorganizowaną i kompleksową usługę edukacyjną dla uczniów szkół podstawowych. Jak można przeczytać na stronie internetowej placówki, projekt umożliwia polską edukację rodzinom przebywającym poza granicami kraju¹⁵.

Warto podkreślić, że w tym projekcie fundamentalną rolę pełni specjalnie stworzona Internetowa Platforma Edukacyjna, do której po zalogowaniu mają dostęp wszyscy uczestnicy procesu edukacyjnego. Platforma zawiera – opracowane przez zespół nauczycieli doświadczonych w nauce języka polskiego jako obcego i drugiego – zestawy interaktywnych materiałów edukacyjnych, zgodnych z polską podstawą programową, a także pomoce naukowe, w tym scenariusze lekcji i wskazówki do pracy z dzieckiem¹⁶.

„Twórcy projektu podkreślają fakt pełnej automatyzacji platformy, co umożliwi bardzo sprawną organizację, pełną i płynną obsługę procesu kształcenia, niezależnie od liczby uczniów, biorących w nim udział. Do ważnych i wartościowych elementów tak prowadzonego procesu edukacji można zaliczyć: wzbogacenie podręcznikowych treści edukacyjnych o zasoby multimedialne, takie jak filmy, zdjęcia, gry edukacyjne, mapy interaktywne, linki do różnych przydatnych stron, instruowanie metodyczne rodziców i uczniów w zakresie procesu nauczania i uczenia się, motywowanie tych obu grup do sukcesywnej pracy i bieżącego kontrolowania postępów w nauce, integrowanie wszystkich uczestników procesu edukacji, możliwość korzystania z wideokonferencji, kontaktowanie się

¹⁴ A. Dzikomska, *Nowatorska forma diagnozy pedagogicznej...*, op.cit., s. 142.

¹⁵ *O projekcie*, <https://www.libratu.edu.pl/o-projekcie/>, [dostęp: 13.07.2022].

¹⁶ *O projekcie*, <https://www.libratu.edu.pl/o-projekcie/>, [dostęp: 13.07.2022].

nauczycieli, uczniów i rodziców na łamach forum internetowego, udział w organizowanych w czasie wakacji obozach integracyjnych, połączonych z nauką języka polskiego i poznawaniem kultury polskiej”¹⁷.

Tak zorganizowana metodyka kształcenia on-line, uwzględniająca indywidualizację potrzeb, możliwości czy też trudności dziecka, jest efektywna i zyskuje aprobatę zarówno uczniów, jak i rodziców. Proces nauczania jest racjonalnie zorganizowany. Materiał dydaktyczny podzielony jest na sekwencje tygodniowe, co ułatwia kontrolę efektów i wyznaczanie kolejnych celów edukacyjnych. Atrakcyjne materiały interaktywne, takie jak kolorowe karty pracy, prezentacje, gry dydaktyczne, animacje, filmy, polskie piosenki – zaciekawiają i motywują uczniów do nauki. Lekcje on-line w formie webinarium stanowią dla nich niezwykle przeżycie, a ponadto są okazją do poznawania polskiej historii i języka. Zajęcia są nagrywane i udostępniane na Internetowej Platformie Edukacyjnej, dzięki czemu uczniowie mogą z nich korzystać bez względu na strefę czasową. W projekcie nie zapomniano także o rodzicach, którzy nie są pozostawieni sami sobie, ale również otrzymują wsparcie w postaci repetytoriów, scenariuszy lekcyjnych i poradników nauki, ułatwiających im pełnienie roli edukatorów swoich dzieci. Na uwagę zasługuje fakt, że uczniowie i absolwenci „Libratusa” osiągają lepsze wyniki na egzaminach państwowych niż średnia w Polsce¹⁸.

Ważną kwestią jest przygotowanie nauczycieli, zaangażowanych w realizację projektu. „Posiadają oni pełne kwalifikacje, zgodne z polskim prawem oświatowym, a ponadto przeszli specjalistyczne szkolenie z tworzenia materiałów edukacyjnych na platformie e-learningowej, potwierdzone odpowiednim certyfikatem. Do ich zadań należy m.in. redagowanie treści przeznaczonych dla rodziców i uczniów, umieszczanie ich na internetowej platformie edukacyjnej, a w razie potrzeby także organizowanie indywidualnych wideo – spotkań on-line”¹⁹.

¹⁷ A. Dzikomska, *Nowatorska forma diagnozy pedagogicznej...*, *op.cit.*, s. 142–143.

¹⁸ *O projekcie*, <https://www.libratus.edu.pl/o-projekcie/>, [dostęp: 13.07.2022].

¹⁹ A. Dzikomska, *Nowatorska forma diagnozy pedagogicznej...*, *op.cit.*, s. 143.

Wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnych w diagnozie i terapii pedagogicznej

Dla rozpoczęcia edukacji w formie nauczania domowego aż do 2021 roku niezbędna była opinia poradni psychologiczno-pedagogicznej. Wymóg ten został zniesiony w dniu 21 kwietnia 2021 roku, w którym Prezydent RP podpisał Ustawę z dnia 17 marca 2021 r. o zmianie ustawy – Prawo oświatowe²⁰. W związku z tym od 1 lipca 2021 roku edukacja domowa jest już dostępna bez konieczności dołączania do wniosku opinii wydanej przez poradnię psychologiczno-pedagogiczną. Zniesiony został także wymóg rejonizacji. Zmiany te, oczekiwane przez wielu rodziców, oznaczają skrócenie czasu na wydanie decyzji przez dyrektora szkoły do maksymalnie 30 dni i większą swobodę w wyborze szkoły dla dziecka²¹.

Opisując wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnych w diagnozie i terapii pedagogicznej, warto w tym miejscu przytoczyć doświadczenia Niepublicznej Poradni Psychologiczno-Pedagogicznej „Homo Creator” w Opolu, gdyż jest to jedna z pierwszych poradni w Polsce, która opracowała własne narzędzia do diagnozy on-line. Specjaliści z tej Poradni, przystępując do uczestnictwa w projekcie realizowanym przez Polskie Szkoły Internetowe Libratus z Krakowa, podjęli się tego prekursorskiego zadania. Chodziło o skonstruowanie takich narzędzi diagnostycznych, które będzie można zastosować w badaniu pedagogicznym z użyciem komunikatora internetowego.

Zainteresowanie rodziców projektem i możliwością wykonania badania on-line stale wzrastało, a w efekcie sukcesywnie zwiększała się liczba przebadanych w ten sposób dzieci, o czym świadczą opublikowane dane liczbowe. W roku szkolnym 2010/2011 w Poradni „Homo Creator” przebadano dla celów edukacji domowej 88 polskich dzieci mieszkających w wielu różnych krajach naszego globu, natomiast w roku 2017 liczba ta wzrosła już do ok. 2500 uczniów. Łącznie Poradnia zdiagnozowała

²⁰ Ustawa z dnia 17 marca 2021 r. o zmianie ustawy – Prawo oświatowe (Dz.U. 2021, poz. 762).

²¹ G. Letnovska, *Edukacja domowa bez opinii z poradni i bez rejonizacji*, <https://domowa.edu.pl/edukacja-domowa-bez-opinii/>, [dostęp: 07.07.2022].

w latach 2010–2017 ponad 8 tysięcy dzieci polskich emigrantów, dla celów ich edukacji domowej²².

W Poradni nie tylko przeprowadzano badania diagnostyczne z wykorzystaniem technologii informacyjno-komunikacyjnych, ale także na podstawie uzyskanych wyników wskazywano odpowiedni dla dziecka poziom kształcenia (klasę szkolną), udzielano wskazówek i zaleceń postdiagnostycznych, prowadzono specjalistyczne konsultacje i porady, a nawet adekwatne do potrzeb ucznia działania w zakresie pomocy terapeutycznej. Kontakt rodzica i dziecka z pracownikami poradni realizowany był w formie wideokonferencji z użyciem komunikatora internetowego, wyposażonego w specjalistyczne internetowe narzędzia diagnostyczne²³.

Ta nowatorska działalność diagnostyczna Poradni została kilkakrotnie bardzo pozytywnie oceniona przez Opolskie Kuratorium Oświaty, choć w początkowej fazie budziła ona szereg rozterek i kontrowersji lokalnych władz oświatowych. Dotyczyły one przede wszystkim samej metodyki procesu badawczego, zatem dyrektor Poradni odniósł się do obowiązujących regulacji formalno-prawnych i argumentów merytorycznych, by rozwiązać wszelkie wątpliwości w tym zakresie²⁴.

W uzyskanej opinii prawnej, na podstawie analizy obowiązujących wówczas aktów prawa oświatowego, w tym Rozporządzenia Ministra Edukacji Narodowej i Sportu z dnia 11 grudnia 2002 roku w sprawie szczegółowych zasad działania publicznych poradni psychologiczno-pedagogicznych, stwierdzono, że „Rozporządzenie określa jedynie elementy, które winna zawierać opinia. Zgodnie z paragrafem 5. opinia winna zawierać: oznaczenie poradni wydającej opinię, imię i nazwisko dziecka, którego dotyczy opinia, datę i miejsce jego urodzenia oraz miejsce zamieszkania, a w przypadku ucznia – również nazwę i adres szkoły oraz oznaczenie klasy, do której uczeń uczęszcza, oraz stanowisko poradni w sprawie, której dotyczy opinia oraz szczegółowe jego uzasadnienie. Rozporządzenie nie zawiera żadnych wymagań ani przeciwwskazań w zakresie sposobu

²² A. Dzikomska-Kaczan, *Zachowanie polskiej tożsamości narodowej na emigracji – w kontekście nauczania domowego w polskim systemie edukacyjnym. Studium przypadku*, [w:] *Księga dwudziestolecia Karkonoskiej Państwowej Szkoły Wyższej w Jeleniej Górze*, H. Gradkowski, A. Woźny (red.), Jelenia Góra 2018, s. 255.

²³ *Ibidem*, s. 254–255.

²⁴ *Ibidem*, s. 255.

prowadzenia badań przez poradnię²⁵. W odniesieniu do stosowanych w Poradni metod i narzędzi diagnostycznych z wykorzystaniem technologii komputerowych, prawnicy stwierdzili, że rozporządzenie regulujące funkcjonowanie poradni psychologiczno-pedagogicznych „w żaden sposób nie wyklucza (...) przeprowadzenia badania w trybie on-line. Z uwagi jednakże na fakt, iż wydanie przedmiotowej opinii, a w szczególności przeprowadzenie badania poprzedzającego jej wydanie, opiera się przede wszystkim o specjalistyczną wiedzę z zakresu psychologii, koniecznym staje się ustalenie u osoby bezpośrednio ją wydającej, czy aby na tym gruncie nie ma przeciwwskazań, by badanie w sprawach udzielenia zezwolenia na indywidualny program lub tok nauki mogło odbyć się w drodze on-line²⁶.

Przedstawiona wykładnia prawna jednoznacznie wskazała, że przepisy oświatowe nie zabraniają prowadzenia badań diagnostycznych z wykorzystaniem komunikacji on-line. Argumentem pragmatycznym, uzasadniającym taką procedurę i metodykę badania pedagogicznego, jest również fakt utrudnionego lub niemożliwego dotarcia dziecka na badania i jego osobistego stawiennictwa w Poradni, jeśli przebywa „(...) w odległości tysięcy kilometrów od Polski, często na innym kontynencie. Przykładowo, do Poradni trafiały dzieci zarówno z różnych krajów Europy, obu Ameryk, Azji, Bliskiego Wschodu, a nawet Australii²⁷.

Kontrowersje związane z ustalaniem tożsamości badanego dziecka czy też ingerencją rodziny w przebieg procesu diagnostycznego i jego wyniki również zostały pozytywnie zweryfikowane pod względem prawnym, gdyż to rodzic lub uprawniony opiekun ponosi odpowiedzialność za wiarygodność i rzetelność informacji przekazywanych na temat swojego dziecka.

Wątpliwości dotyczące samopoczucia psychicznego dziecka diagnozowanego on-line z wykorzystaniem technologii komunikacyjno-informacyjnych rozstrzygnęła opinia psychologiczna, z której wynika, że tak przeprowadzane badanie jest dla dziecka w pełni bezpieczne, a nawet komfortowe. Specjalista psycholog określił sytuację badanej osoby

²⁵ *Ibidem*, s. 255–256.

²⁶ *Ibidem*, s. 256.

²⁷ *Ibid.*

następująco: „Po pierwsze znajduje się ona w otoczeniu, które zna. Jest to najczęściej jej własny dom, w którym prawdopodobnie czuje się dobrze. Po drugie używanie technologii komputerowych i informatycznych jest dla współczesnego człowieka, zwłaszcza młodego, czymś normalnym. W krajach europejskich, jak i Stanach Zjednoczonych Ameryki, codziennie z portali społecznościowych korzysta miliony nastolatków. Takie portale, jak Facebook, Nasza-Klasa, Gadu-Gadu, Skype, itp. służą już nie tylko do rozmów towarzyskich, ale także w dużej mierze do kontaktów biznesowych (w niektórych stanach USA istnieje niepisane prawo, że każdy posiadacz konta Facebook musi się do niego logować przynajmniej raz na dwa tygodnie. Jeśli tego nie zrobi, zgłaszany jest na policję jako osoba zaginiona). Przeprowadzenie badania za pomocą sieci Internet nie jest więc dla współczesnego człowieka niczym nowym, a komfortowa sytuacja, która została mu stworzona, pozwala domniemywać, że zebrane wyniki są rzeczywistym odzwierciedleniem stanu faktycznego”²⁸.

Psycholog Aleksandra Piechaczek zaznacza w opinii, że „wykorzystując komputer i sieć do tych celów należy jednak przestrzegać pewnych reguł, aby samo badanie i jego wyniki były wiarygodne, ale co ważniejsze, aby osoba poddająca się takiemu badaniu nie została w żaden sposób skrzywdzona. Jeżeli technologie te będą jedynie sposobem komunikacji i nie będą miały znaczącego wpływu na merytoryczną istotę badania, a do ich przeprowadzenia zostaną wykorzystane standardowe zasady psychologiczne i pedagogiczne, to bez większych przeszkód możemy je tak przeprowadzać”²⁹. Można zatem skonstatować, że kluczowym kryterium prawidłowości i profesjonalizmu badań diagnostycznych przeprowadzanych drogą wirtualną jest poczucie komfortu psychicznego u osoby badanej oraz jakość jej relacji z diagnostą.

Organizacja opisywanego tu procesu diagnostycznego obejmowała cały szereg przemyślanych procedur i czynności, takich jak wywiad z rodzicami, rozmowa z dzieckiem, obserwacja i analiza jego czynności, różnych wytworów, dostarczonej dokumentacji oraz wyników badań. Do pracy wykorzystywano komunikator internetowy, zarówno głosowy, jak i wideo. Dziecko wykonywało polecenia i zadania, korzystając z narzędzia

²⁸ *Ibidem*, s. 257–258.

²⁹ *Ibidem*, s. 258.

opracowanego przez specjalistów poradni – testu do badania pedagogicznego, które jednocześnie było dostępne również dla diagnosty. Przez cały czas trwania badania dziecko i pedagog pozostawali w kontakcie, widzieli się nawzajem i słyszeli. Na podobnych zasadach odbywały się także spotkania i konsultacje rodziców z diagnostą.

Narzędzia diagnostyczne stosowane do badań testowych były poddawane systematycznej weryfikacji i aktualizacji – adekwatnie do ewentualnych zmian w programach nauczania. W pracach nad ich doskonaleniem uwzględniano także wnioski wynikające z dotychczasowych obserwacji i doświadczeń, np. stopnia trudności niektórych zadań oraz specyficznej sytuacji życiowej i rozwojowej diagnozowanych dzieci³⁰. Opracowywane testy służyły przede wszystkim ocenie kompetencji szkolnych dziecka. Przed wdrożeniem do projektu były sprawdzane w toku badań pilotażowych. Zostawały też poddawane merytorycznej ocenie i opiniowaniu przez innych specjalistów. Poniżej przytoczono fragment pozytywnej oceny narzędzi diagnostycznych stosowanych w Poradni „Homo Creator”, zawartej w opinii dr. Sebastiana Taboła, pracownika naukowo-dydaktycznego WSP TWP w Warszawie. Jak wynika z jego wypowiedzi: „Testy, jakie zostały opracowane dla «Homo Creatora», miały postawić diagnozę posiadanych wiadomości, jakie młodzież zdobyła w ramach edukacji szkolnej na etapie szkoły podstawowej i gimnazjalnej. Zastosowano test sprawdzający, aby określić poziom osiągnięć szkolnych. Poziom tych osiągnięć jest ściśle określony w «Podstawie programowej kształcenia ogólnego». Punktem odniesienia przy konstruowaniu testu badacz uczynił wymagania programowe zawarte w «Podstawie programowej...». Stosując test sprawdzający, badacz posłużył się strategią analityczną, która polega na budowaniu obrazu osiągnięć uczniów z jak największej liczby prostych elementów. Ponadto test został tak skonstruowany, aby można go było rozwiązać w ciągu jednej 45 minutowej lekcji. Testy opracowane mają minimum 25 zadań, co jest zgodne z ustaleniami Niemierki. W teście zastosowano m.in. zadania jednostronnego wyboru, które polegają na wyliczeniu pewnej liczby zwrotów z prośbą o zaznaczenie tej odpowiedzi, która w przekonaniu ucznia jest odpowiedzią prawidłową. Zadania w teście zostały tak sformułowane, by treść poleceń była jak najkrótsza.

³⁰ *Ibidem*, s. 259.

W ten sposób starano się pozbawić test elementów sugestywności, oraz by zadania były dla wszystkich uczniów jednakowo zrozumiałe³¹.

Pedagodzy Poradni diagnozujący on-line zostali przeszkoleni w zakresie organizacyjnym i technologicznym. W skład zespołu weszły osoby o wysokich kompetencjach zawodowych, umiejące nawiązywać bardzo dobry kontakt z dziećmi, w większości dwujęzycznymi lub mającymi trudności w komunikowaniu się w języku polskim i funkcjonującymi na co dzień w odmiennej rzeczywistości kulturowej. Niezbędna okazywała się dla diagnostów w tym przypadku nie tylko ich wiedza merytoryczna, umiejętności psychologiczno-pedagogiczne, wewnętrzna motywacja i osobista pasja, ale także gotowość uczenia się i umiejętność posługiwania się technologią IT, tym bardziej że właśnie z jej wykorzystaniem odbywały się wszelkie spotkania diagnostyczne, konsultacyjne, a nawet terapeutyczne. Przykładowo, komunikator internetowy był z powodzeniem wykorzystywany do terapii logopedycznej, którą Poradnia wdrożyła w życie na prośbę rodziców badanych dzieci. Ta forma terapii okazała się szczególnie przydatna, gdyż „kryteria diagnostyczne wad wymowy różnią się znacząco w wielu krajach i nie zawsze dziecko, mające błędną artykulację w języku polskim, może otrzymać właściwą pomoc terapeutyczną u obcojęzycznego logopedy³².

Nauczanie zdalne w latach 2020–2022 z wykorzystaniem technologii informacyjno-komunikacyjnych

Opisane powyżej pozytywne przykłady wykorzystania współczesnych technologii do nauczania domowego oraz w procesie diagnostyczno-terapeutycznym mają dość specyficzny charakter, ponieważ dotyczą stosunkowo niewielkiej grupy w populacji dzieci i młodzieży, a ponadto nie są obarczone, jak zostało to wykazane, ryzykiem negatywnych konsekwencji rozwojowych, wychowawczych czy dydaktycznych. W przywołanym

³¹ *Ibidem*, s. 258–259.

³² *Ibidem*, s. 259.

tu projekcie e-edukacji, organizowanej dla polskich dzieci mieszkających poza granicami naszego kraju, stanowi ona formę kształcenia na odległość, będąc jednocześnie edukacją równoległą. Dzieci nią objęte uczą się stacjonarnie w miejscu swojego pobytu, a dodatkowo realizują – na zasadzie dobrowolnej decyzji rodziców i najczęściej także ich własnej – kształcenie w formie nauczania domowego w polskim systemie edukacyjnym. Taka forma nauki – będąca jednocześnie okazją do kontaktu z językiem ojczystym, rodzimą kulturą i wartościami, organizowana w racjonalnym wymiarze czasu, w wysokim stopniu zindywidualizowana oraz wspierana przez rodziców i wyspecjalizowanych kompetentnych nauczycieli – przynosi na ogół wiele wspólnych efektów. Warto raz jeszcze podkreślić, że ci uczniowie, jak również ich rodzice, objęci są także profesjonalnym wsparciem psychologiczno- pedagogicznym.

Zupełnie inaczej było uwarunkowane nauczanie zdalne organizowane w Polsce w ostatnich dwóch latach. W tym przypadku również wykorzystano technologie informacyjno-komunikacyjne w procesie kształcenia, natomiast nauczaniem zdalnym objęto przymusowo całą populację dzieci i młodzieży. Wprowadzenie tej formy kształcenia wynikało z Rozporządzenia Ministra Edukacji Narodowej z dnia 11 marca 2020 roku w sprawie czasowego ograniczenia funkcjonowania jednostek systemu oświaty w związku z zapobieganiem, przeciwdziałaniem i zwalczaniem COVID-19³³. Podobne rozporządzenie zostało wydane także kilka miesięcy później w dniu 12 sierpnia 2020 roku³⁴. Nauka zdalna zakończyła się w dniu 21 lutego 2022 roku. W okresie jej obowiązywania uczniowie uczyli się on-line korzystając z różnych platform edukacyjnych, zorganizowanych przez szkoły, takich jak Classroom, MS Teams, Zoom, Skype, czy Discord. Nauczyciele prowadzili zajęcia dydaktyczne przez Internet, stosując takie same typowe procedury nauczania, jak w przypadku nauki

³³ Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 11 marca 2020 r. w sprawie czasowego ograniczenia funkcjonowania jednostek systemu oświaty w związku z zapobieganiem, przeciwdziałaniem i zwalczaniem COVID-19 (Dz.U. poz. 410, 492, 595, 642, 742, 780, 871, 953, 990, 1004, 1110).

³⁴ Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 12 sierpnia 2020 r. w sprawie czasowego ograniczenia funkcjonowania jednostek systemu oświaty w związku z zapobieganiem, przeciwdziałaniem i zwalczaniem COVID-19 (Dz.U. poz. 1389, 1830, 1859, 1870, 1960, 2087).

w szkole stacjonarnej. Elementem ich pracy było zatem sprawdzanie wiedzy uczniów za pomocą odpowiedzi ustnych, testów i sprawdzianów, kontrola frekwencji, wystawianie ocen oraz zadawanie prac domowych, pomimo że sytuacja edukacyjna i życiowa wszystkich uczniów z dnia na dzień zmieniała się diametralnie. Były co prawda okresy kiedy organizowano tzw. edukację hybrydową, która polegała na naprzemiennym uczęszczaniu niektórych klas do szkoły, podczas gdy inne realizowały edukację zdalną, lecz w dalszym ciągu warunki do nauki były bardzo nieetyczne.

Na temat efektów edukacji zdalnej pojawiło się już sporo opinii krytycznych. Oto przykład jednej z nich: „Nauka zdalna obnażyła niewydolność systemu edukacji. Z jednej strony pokazała, że dzieci nie potrafią się uczyć, nie są w stanie zorganizować sobie pracy, nie są samodzielne i odpowiedzialne za swoją edukację, z drugiej, dla wielu nauczycieli rozwiązania technologiczne okazały się wyzwaniem. Nierzadko skutkowało to «przeładowaniem» materiału i ogromem wysyłanych do uczniów zadań”³⁵. Jeden z rodziców tak wspomina ten czas edukacji zdalnej swojego dziecka: „Umęczyła nas detektywistyczna praca związana z poszukiwaniem zadań i materiałów do zdalnego nauczania na różnych platformach oraz komunikatorach, z których korzystała szkoła. Byliśmy wyczerpani fotografowaniem notatek w zeszytach, nagrywaniem piosenek na zaliczenie i wysyłaniem ich po nocach, bo właśnie okazywało się, że gdzieś w dziko płynącym strumieniu informacji data oddania zadania została przeoczona... I coś nam grozi! Z miesiąca na miesiąc traciliśmy poczucie sensu. Niby nic traumatycznego, ale w tym szczególnym czasie izolacji, spadku sił witalnych nasze zasoby topniały w codziennej gonitwie i gąszczu zadań, bardzo często niedostosowanych do wieku rozwojowego ucznia (zbyt infantylnych lub na poziomie akademickim). Poczucie sensu odbierały nam godziny wychowania fizycznego przed monitorem, ale i testy wiedzy o wymiarach boiska do siatkówki, o tataizacji (w muzyce – polega ona na nadaniu poszczególnym wartościom rytmicznym odpowiadających im sylab rytmicznych), której prawie nikt w klasie nie wykonał poprawnie, czy pytanie o liczbę osób obecnych na pogrzebie Moniuszki. Na deser były infantylne piosenki o planetach w stylistyce

³⁵ Kamińska-Wcisło M., *Edukacja domowa vs. nauczanie zdalne*, <https://domowi.edu.pl/blog/edukacja-domowa-vs-nauczanie-zdalne/>, [dostęp: 15.07.2022].

disco polo w serwisie YouTube. W sumie działo się coś takiego, co starsi ludzie opisują jednym słowem: dziadostwo. Widzieliśmy, że efekty tych bezsensów wybrzmiewają z dnia na dzień. Pojawiły się u dziecka ogólne komunikaty, że szkoła jest nudna i głupia. Potęgował się niebezpieczny dystans do treści nauczania i obniżała się jakość wykonywanych zadań³⁶.

Zalety i wady edukacji zdalnej mogą być różnie postrzegane w zależności od wieku, motywacji i stopnia samodzielności uczących się osób. Starsi uczniowie, a szczególnie studenci, zdecydowanie lepiej adaptowali się do nowych warunków nauki. W ich przypadku można wymienić takie korzyści e-edukacji jak: oszczędności w zakresie czasu i wydatków, wynikające z braku konieczności dojazdów na zajęcia edukacyjne, łatwy dostęp do materiałów dydaktycznych, wygodna realizacja programu edukacyjnego, ułatwiony kontakt z wykładowcą lub nauczycielem, łatwa forma przekazywania treści, brak ograniczeń w związku z wyborem uczelni czy szkoły (niezależnie od miejsca zamieszkania), a także indywidualizacja kształcenia³⁷.

W przypadku uczniów młodszych częściej wskazuje się na negatywne konsekwencje nauczania zdalnego niż na jego korzyści. W wielu publikacjach wymienia się przemęczenie, stres i przeciążenie dzieci nadmierną ilością materiału dydaktycznego do samodzielnego opanowania, spadek motywacji do nauki, słabe efekty edukacyjne, pogłębiające się deficyty rozwojowe (szczególnie w sferze emocjonalno-społecznej spowodowane izolacją od rówieśników), trudności organizacyjne, techniczne i sprzętowe, trudne warunki do nauki w domu, zwłaszcza przy licznej rodzinie, co zwykle sprzyja demotywacji i dekoncentracji. Innym rodzajem trudności były zauważalne problemy wychowawcze związane z brakiem kontroli i opieki dorosłych oraz pomocy w nauce, niekontrolowaną ilością czasu spędzanego przed komputerem – nie tylko na lekcjach, ale także na graniu w gry, serfowaniu po Internecie czy nawiązywaniu różnych, nie zawsze pozytywnych kontaktów. Należy wspomnieć także o realnym zagrożeniu dzieci i młodzieży uzależnieniem od współczesnych mediów

³⁶ *Edukacja domowa zamiast zdalnej. Eksperyment, który wyniknął ze zmęczenia*, <https://www.kuriernauczycielski.pl/edukacja-domowa-zamiast-zdalnej-eksperyment-ktory-wyniknal-ze-zmeczenia/>, [dostęp: 12.07.2022].

³⁷ M.Ł. Ślusarczyk, M. Grabania, *E-learning współczesnym narzędziem nauczania*, Gliwice 2017, s. 35–36.

oraz o negatywnych konsekwencjach dla ich zdrowia nie tylko fizycznego, spowodowanych brakiem ruchu, aktywności i rekreacji na świeżym powietrzu, negatywnym wpływem intensywnych bodźców i promieniowania elektromagnetycznego, wytwarzanego przez urządzenia elektroniczne. W sferze psychicznej zauważono przejawy obniżonego poczucia własnej wartości, powstawanie i nasilanie się lęków, apatii, stanów depresyjnych, tendencji do zachowań agresywnych i objawów autoagresji. Do jeszcze innych skutków psychosomatycznych edukacji zdalnej należą zaburzenia snu, problemy poznawcze, uczucie chronicznego zmęczenia, zaburzenia trawienne i spadek odporności obronnej organizmu³⁸.

Wymienione powyżej negatywne skutki edukacji zdalnej dobrze ilustrują wyniki statystycznych badań medycznych opublikowane 30 kwietnia 2022 roku, które wskazują, że „(...) 47,7% uczniów czuje się obecnie psychicznie gorzej w porównaniu do czasów sprzed pandemii, przy czym 17,8% określa swoje samopoczucie jako «dużo gorsze». (...) Aż 28% uczniów przyznaje, że podczas lekcji grało w gry, korzystało z portali społecznościowych czy pisało wiadomości do kolegów niezwiązane z lekcją. (...) Aktywność fizyczna dzieci, które mają zajęcia zdalne, spadła aż o 63%. (...) 34,1% uczniów deklaruje, że jest niewyspanych z powodu korzystania z komputera czy smartfona, a 23% z nich zdarza się zarywać noce. (...) Ponad 1/3 uczniów w okresie nauki zdalnej ma zwiększone problemy z koncentracją. Tyle samo obserwuje u siebie zwiększone rozdrażnienie. Obniżenie nastroju i zdolności poznawczych przekłada się na problemy z przyswajaniem materiału. Ponad jedna czwarta uczniów (27%) podczas zdalnej lekcji nie może skoncentrować się na tym, co mówił nauczyciel, a 26% ma trudności ze zrozumieniem nowej wiedzy. Prawie co piąty uczeń (19%) nie potrafi wykonywać na czas zadań zleczanych do zrobienia w trakcie trwania lekcji. (...) Uczniom z pewnością nie pomagają towarzyszące im emocje – odczuwają oni permanentny smutek (28,9%), samotność (27,4%) i przygnębienie (28,4%)”³⁹.

³⁸ J. Błasiak, *Psychosomatyczne konsekwencje nauki zdalnej. Jak pomóc dziecku?*, <https://upacjenta.pl/poradnik/psychosomatyczne-konsekwencje-nauki-zdalnej-jak-pomoc-dziecku>, [dostęp: 14.07.2022].

³⁹ J. Błasiak, *Psychosomatyczne konsekwencje nauki zdalnej. Jak pomóc dziecku?*, <https://upacjenta.pl/poradnik/psychosomatyczne-konsekwencje-nauki-zdalnej-jak-pomoc-dziecku>, [dostęp: 14.07.2022].

Podsumowanie

Wykorzystywanie cyfrowych technologii informacyjno-komunikacyjnych w szeroko rozumianej edukacji jest faktem i zapewne stanie się już jej stałym elementem. Jest to swoisty znak czasu naszej współczesnej cywilizacji i cecha charakterystyczna społeczeństwa informacyjnego. Analiza tej problematyki prowadzi jednak do wniosku, że korzyści wynikające ze stosowania różnych rozwiązań technologicznych w dziedzinie edukacyjnej mają charakter relatywny i są uwarunkowane wieloaspektowo. Na pewno nie można ich stosować *ad hoc*, bez planu i przemyślanej koncepcji, bez przygotowania od strony merytorycznej, organizacyjnej, technicznej, czy kadrowej. Niezwykle ważną kwestią jest także antycypowanie efektów planowanych działań, ich potencjalnych korzyści oraz ewentualnych trudności w kontekście szans i zagrożeń rozwojowych dzieci i młodzieży, gdyż to dotyczy przecież ich dobra.

Edukacja, obejmująca procesy wychowania i kształcenia, jest specyficzną dziedziną życia społecznego, bowiem od jej jakości zależy rozwój i funkcjonowanie nie tylko poszczególnych istot ludzkich, ale także egzystencja całego społeczeństwa i losy następnych pokoleń. Zatem działania edukacyjne, zarówno indywidualne, jak też systemowe, powinny być podejmowane w sposób niezwykle odpowiedzialny, w oparciu o wielodyscyplinarną wiedzę dotyczącą rozwoju i funkcjonowania człowieka. Natomiast wszelkie nowoczesne technologie informacyjno-komunikacyjne powinny pełnić wyłącznie rolę użytecznego narzędzia w procesach rozwoju i kształtowania osobowości dziecka. Nie mogą być celem samym w sobie ani zdominować działań wychowawczo-dydaktycznych, których sens dotyczy głęboko ludzkich wartości. W obecnym świecie, dotkniętym różnymi kryzysami i coraz bardziej zagrożonym dehumanizacją, to właśnie edukacja ze swoim humanistycznym wymiarem może stanowić skuteczne remedium na deficyty człowieczeństwa we współczesnej rzeczywistości społecznej.

Bibliografia

Akty prawne

- Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 11 marca 2020 r. w sprawie czasowego ograniczenia funkcjonowania jednostek systemu oświaty w związku z zapobieganiem, przeciwdziałaniem i zwalczaniem COVID-19 (Dz.U. poz. 410, 492, 595, 642, 742, 780, 871, 953, 990, 1004, 1110).
- Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 12 sierpnia 2020 r. w sprawie czasowego ograniczenia funkcjonowania jednostek systemu oświaty w związku z zapobieganiem, przeciwdziałaniem i zwalczaniem COVID-19 (Dz.U. poz. 1389, 1830, 1859, 1870, 1960, 2087).
- Ustawa o systemie oświaty z dnia 7 września 1991 r. (Dz.U. nr 95, poz. 425).
- Ustawa z dnia 17 marca 2021 r. o zmianie ustawy – Prawo oświatowe (Dz.U. 2021, poz. 762).

Artykuły naukowe

- Dzikomska A., *Nowatorska forma diagnozy pedagogicznej dla potrzeb nauczania domowego z wykorzystaniem technologii informatycznej – studium przypadku*, „Zeszyty Naukowe Ostrogskiej Akademii. Psychologia i pedagogika” 2013, nr 24.

Pozycje zwarte

- Budajczak M., *Edukacja domowa*, Gdańsk 2004.
- Dzikomska-Kaczan A., *Zachowanie polskiej tożsamości narodowej na emigracji – w kontekście nauczania domowego w polskim systemie edukacyjnym. Studium przypadku*, [w:] *Księga dwudziestolecia Karkonoskiej Państwowej Szkoły Wyższej w Jeleniej Górze*, H. Gradkowski, A. Woźny (red.), Jelenia Góra 2018.
- Śliwerski B., *Jak zmieniać szkołę? Studia z polityki oświatowej i pedagogiki porównawczej*, Kraków 1998.
- Ślusarczyk M.Ł., Grabania M., *E-learning współczesnym narzędziem nauczania*, Gliwice 2017.

Źródła internetowe

- Błasiak J., *Psychosomatyczne konsekwencje nauki zdalnej. Jak pomóc dziecku?*, <https://upacjenta.pl/poradnik/psychosomatyczne-konsekwencje-nauki-zdalnej-jak-pomoc-dziecku>, [dostęp: 14.07.2022].

- Edukacja domowa zamiast zdalnej. Eksperyment, który wyniknął ze zmęczenia*, <https://www.kuriernauczycielski.pl/edukacja-domowa-zamiast-zdalnej-eksperyment-ktory-wyniknal-ze-zmeczzenia/>, [dostęp: 12.07.2022].
- Kalendarium polskiej edukacji domowej*, <https://www.edukacja-domowa-instytut.pl/historia-edukacji-domowej-w-polsce>, [dostęp: 31.07.2022].
- Kamińska-Wcisło M., *Edukacja domowa vs. nauczanie zdalne*, <https://domowi.edu.pl/blog/edukacja-domowa-vs-nauczanie-zdalne/>, [dostęp: 15.07.2022].
- Letnowska G., *Edukacja domowa bez opinii z poradni i bez rejonizacji*, <https://domowa.edu.pl/edukacja-domowa-bez-opinii/>, [dostęp: 07.07.2022]
- Nowakowska K., *Z polskiej szkoły ratuj się kto może. Takiego odpływu uczniów ze szkół publicznych jeszcze nie było*, <https://serwisy.gazetaprawna.pl/edukacja/artykuly/8301454,liczba-uczniow-edukacja-domowa-szkola-publiczna.html>, [dostęp: 20.07.2022].
- O projekcie*, <https://www.libratus.edu.pl/o-projekcie/>, [dostęp: 13.07.2022].

Biogram autora

Anna Dzikomska-Kaczan – doktor nauk humanistycznych w zakresie pedagogiki, adiunkt. Posiada kwalifikacje w zakresie pedagogiki opiekuńczo-wychowawczej, terapii pedagogicznej, patologii i resocjalizacji niedostosowanych społecznie oraz zarządzania oświatą. Wieloletni i doświadczony nauczyciel akademicki, założycielka i dyrektor Zespołu Poradni Psychologiczno-Pedagogicznych „Homo Creator” w Opolu. Nauczyciel mianowany, pedagog, terapeuta, wychowawca i edukator. Autorka publikacji zwartych i wielu artykułów naukowych z zakresu wychowania, opieki, resocjalizacji i terapii.

Miłosz Czopek

Uczelnia Jana Wyżykowskiego
ORCID: 0000-0002-9070-0304

Magdalena Ślebioda

Uczelnia Jana Wyżykowskiego
ORCID: 0000-0003-3407-6428

Analiza procesu szkoleniowego w jednostkach samorządu terytorialnego

Streszczenie: Szkolenia pracowników postrzegane są jako podstawowe źródło podnoszenia poziomu wiedzy merytorycznej oraz istotny element rozwoju niezbędnych kompetencji i umiejętności. Tym samym definiowane są obecnie jako jeden z kluczowych elementów rozwoju zasobów ludzkich. Opracowanie ukazuje wyniki badań przekrojowych, przeprowadzonych w urzędach województwa dolnośląskiego, dotyczących weryfikacji roli szkoleń w administracji publicznej. Analiza badań ukazuje m.in. skalę planowania potrzeb szkoleniowych czy rodzaje szkoleń, które są realizowane w jednostkach samorządu terytorialnego. Zagregowane dane pokazują również stopień weryfikacji efektywności szkoleń. Opracowanie prezentuje sformułowane na podstawie wyników badań wnioski i rekomendacje.

Słowa kluczowe: szkolenia, administracja publiczna, samorząd terytorialny, analiza potrzeb szkoleniowych, efektywność szkoleń

ANALYSIS OF THE TRAINING PROCESS IN LOCAL GOVERNMENT UNITS

Abstract: Employee training is perceived as a primary source of raising the level of substantive knowledge and an important element in the development of necessary competencies, skills and thus is now defined as one of the key elements of human resource development. The study shows the results of a cross-sectional study, conducted in the offices of the Lower Silesian province, on the verification

of the role of training in public administration. The analysis of the research shows, among other things, the scale of planning training needs or the types of training that are carried out in local government units. The aggregated data also shows the degree of verification of training effectiveness. The study presents conclusions and recommendations formulated on the basis of the results of the research.

Keywords: training, public administration, local government, training needs analysis, training effectiveness

Wstęp

Administracja publiczna kojarzona jest głównie z implementacją polityk publicznych. Jej rola nie ogranicza się jednak wyłącznie do ich wdrażania. Administracja powinna być również ich cenzorem oraz nadawcą sygnałów ukazujących potrzebę nowych, społecznie i gospodarczo potrzebnych inicjatyw. Wdrażanie poszczególnych polityk nierozzerwalnie związane jest z kumulowaniem oraz redystrybucją środków publicznych. Oznacza to, że efektywność działania administracji należy postrzegać jako kluczową kwestię, tak z perspektywy ekonomicznej, jak i zarządczej. Administracja publiczna powinna zatem maksymalizować skalę efektów swoich działań, przy możliwie najmniejszym zużyciu zasobów, stojących do dyspozycji. Administracja, w ujęciu nauk o zarządzaniu, jest siecią powiązanych ze sobą organizacji. Takie ujęcie pozwala prowadzić m.in. prace badawcze mające na celu podniesienie efektywności działania poszczególnych jednostek administracji publicznej, co w istotny sposób może wpłynąć na funkcjonowanie sektora publicznego. Pracownik samorządu terytorialnego powinien rzetelnie i bezstronnie wykonywać zadania publiczne. W tym celu ustanowione zostały przepisy prawa pracy określające status prawny pracowników samorządowych. Są one określone w ustawie z dnia 21 listopada 2008 r. o pracownikach samorządowych¹, która reguluje np. podstawowe obowiązki pracownika samorządowego². Zapisy ustawy podkreślają, że do obowiązków pracownika samorządowego

¹ Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o pracownikach samorządowych (Dz.U. z 2022 r. poz. 530).

² Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o pracownikach samorządowych, rozdział III, art. 24 (Dz.U. z 2022 r. poz. 530).

należy dbałość o wykonywanie zadań publicznych oraz o środki publiczne, z uwzględnieniem interesu publicznego oraz indywidualnych interesów obywateli, a w szczególności stałe podnoszenie umiejętności i kwalifikacji zawodowych. Pogłębianie wiedzy, poszerzanie kompetencji pracowników administracji samorządowej jest identyfikowane obecnie jako jeden z istotnych elementów transformacji sektora publicznego, mającej na celu podniesienie efektywności zarządzania środkami publicznymi oraz zaspokajania rosnących oczekiwań członków lokalnych społeczności w sferze jakości świadczonych usług³. Sukcesywne wzmacnianie jakości kadr administracji publicznej, w tym również pracowników administracji lokalnej, było w ostatnich latach możliwe dzięki wsparciu ze środków Unii Europejskiej. Rozwój społeczeństwa informacyjnego i wynikająca z niego potrzeba wdrażania e-administracji umożliwia co prawda wzrost efektywności sektora publicznego⁴, ale i wiąże się z potrzebą ciągłych szkoleń, pozwalających pracownikom administracji dotrzymać „kroku” obserwowanym zmianom społeczno-gospodarczym. Z przeprowadzonych przez Fundację Rozwoju Demokracji Lokalnej badań wynika, że decydenci samorządowi jednogłośnie dostrzegają fundamentalne znaczenie kształcenia pracowników, a z bilansu kadencji wynika, że blisko 90% gmin bardzo często lub dość często deleguje kadry urzędów na szkolenia. Badania nie wykazały również diametralnych różnic między intensywnością szkoleń a typami gmin. Najczęściej realizowane były zewnętrzne, otwarte szkolenia dla pracowników różnych jednostek, które finansowane były przez poszczególne urzędy⁵. Prezentowane wyniki mogą napawać optymizmem. Można na ich podstawie wnioskować, że szkolenia przestają być postrzegane przez liderów samorządów lokalnych jako koszty, a traktowane są jako inwestycja w zasoby urzędu. Organizacje, które intensywnie rozwijają swoich pracowników są dobrze postrzegane i tym samym przyciągają innych, pragnących być członkami takich

³ S. Figiel, W. Kozłowski, A. Rutkowska, *Kapitał intelektualny administracji samorządowej w świetle potrzeb szkoleniowych*, Olsztyn 2018, s. 51.

⁴ E. Kuzionka-Ochrymiuk, *Informatyzacja administracji publicznej w województwach Polski*, „Optimum. Economic Studies” 2018, nr 1(91), s. 159.

⁵ C. Trutkowski, *Skuteczny urząd samorządowy. Rozwój kompetencji kadr jako element budowy sprawnej administracji lokalnej*, Warszawa 2016, s. 87–88.

organizacji⁶. W odniesieniu do administracji samorządowej szkolenia i rozwój pracowników mogą być traktowane jako główny czynnik motywacyjny, tym bardziej że możliwość stosowania bodźców finansowych w sektorze publicznym jest mocno ograniczona w stosunku do sektora prywatnego. Jest to tym ważniejsze, ponieważ brak rozwoju zawodowego odczuwany jest przez pracowników jako regres⁷. Odpowiednie przeprowadzenie procesu szkoleniowego czy zarządzanie rozwojem pracowniczym wymaga precyzyjnej i systematycznej identyfikacji potrzeb szkoleniowych, wyboru odpowiedniej metodyki kształcenia⁸, przygotowania organizacyjnego i kadrowego, doboru adekwatnej tematyki, prowadzenia ewidencji szkoleń oraz przeprowadzania ewaluacji efektywności szkoleń. Ten ostatni aspekt jest szczególnie istotny w administracji, która wydatkuje środki publiczne.

Artykuł prezentuje i omawia wyniki badań dotyczących rangi i prawidłowości realizacji procesu szkoleniowego w jednostkach administracji publicznej. Przeprowadzona analiza ukazuje rzeczywiste praktyki, które często stoją w sprzeczności z deklaracjami liderów samorządowych. Dyskutowane wyniki badań mogą posłużyć optymalizacji procesu szkoleniowego oraz efektywniejszemu wykorzystaniu środków publicznych.

Metodologia badań

W celu określenia obecnego znaczenia szkoleń w administracji publicznej oraz identyfikacji elementów umożliwiających optymalny przebieg procesu szkoleniowego przeprowadzona została analiza literatury w źródłowym obszarze. Do weryfikacji przedstawionych w literaturze obszaru też wykorzystano technikę ankietowania. Badanie ankietowe przeprowadzone zostało w okresie styczeń/luty 2022 roku. W badaniu wzięło udział 148 urzędów administracji samorządowej, zatrudniających około 10 000

⁶ S. Traven, U. Traven, *Training in Diversity Management*, „Journal of Diversity Management” 2011, nr 2(1), s. 29–36.

⁷ B. Buzowska, R. Paliga, K. Pujer, *Zarządzanie personelem w organizacji. Wybrane problemy teorii i praktyki*, Warszawa 2017, s. 14.

⁸ I. Kaźmierska, I. Lachowicz, L. Piotrowska, *Uczenie się dorosłych – Cykl Kolba*, Warszawa 2014, s. 1–10.

pracowników, co stanowi 74,4% wszystkich urzędów zlokalizowanych na terenie Dolnego Śląska. Narzędziem badawczym był kwestionariusz ankietowy złożony z 16 pytań zamkniętych i półotwartych jednokrotnego oraz wielokrotnego wyboru dotyczących wybranych aspektów w zakresie szkoleń pracowników samorządowych. W celu uzyskania danych przekrojowych badanie objęło lata 2018–2021.

Wyniki badań

Urzędy poddane badaniom reprezentowały różne typy jednostek samorządu terytorialnego. Najliczniejszą grupę stanowiły urzędy administracji lokalnej zlokalizowane w gminach wiejskich, co założono, zważywszy na podział administracyjny województwa dolnośląskiego. Najmniejszą homogeną podgrupą respondentów tworzyły miasta na prawach powiatu. Udział liczbowy i procentowy respondentów zawarto w Tabeli 1.

Tabela 1. Podział respondentów ze względu na ich rodzaj.

Rodzaj jednostek	Udział liczbowy	Udział procentowy
Powiat	21	14,19
Miasto na prawach powiatu	3	2,03
Miasto	8	5,40
Gmina miejska	20	13,51
Gmina miejsko-wiejska	42	28,38
Gmina wiejska	54	36,49
	148	100

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Urzędy, które wzięły udział w badaniu ankietowym świadczą usługi publiczne dla zróżnicowanych pod względem wielkości społeczności lokalnych, co determinuje ilość zatrudnionych pracowników. W celu zdiagnozowania tendencji ilościowej zatrudnionych pracowników w sektorze zarówno przed rozwojem pandemii Covid-19, jak i w jej trakcie, za okres badawczy przyjęto lata 2018–2021. W okresie objętym badaniem zatrudnienie w poszczególnych jednostkach podziału administracyjnego wahało się dość znacznie w odniesieniu do rodzaju jednostki, co jest związane

z obsługą zróżnicowanych pod względem wielkości struktur lokalnych. Analiza struktury zatrudnienia w czasie Covid-19 nie wykazała jednak negatywnego wpływu pandemii na wielkość kadry w poszczególnych rodzajach urzędów. Urzędy zaspokajające potrzeby najmniejszych struktur lokalnych zatrudniają do 29 pracowników samorządowych i stanowią prawie 16,4% przebadanych jednostek samorządu terytorialnego. Najliczniejszą grupą wśród respondentów były urzędy zatrudniające od 30 do 59 osób, a ich udział wynosił średnio w poszczególnych latach ponad 42%. Tabela 2. obrazuje zróżnicowanie biorących udział w badaniu urzędów pod względem liczby zatrudnionych i przynależności do poszczególnych grup w latach 2018–2021.

Tabela 2. Liczba urzędów w podziale na wielkość zatrudnienia w latach 2018–2021.

Przedział	Rok				Średni udział procentowy w latach 2018–2021
	2018	2019	2020	2021	
do 29 pracowników	24	25	23	25	16,38%
od 30 do 59 pracowników	65	62	63	62	42,57%
od 60 do 99 pracowników	30	33	32	32	21,45%
od 100 do 149 pracowników	20	19	21	21	13,68%
od 150 do 199 pracowników	4	4	4	3	2,53%
od 200 do 249 pracowników	1	2	1	0	0,68%
od 250 do 299 pracowników	1	0	1	2	0,68%
300 pracowników i powyżej	3	3	3	3	2,03%

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Z przytoczonego wcześniej raportu z badań zrealizowanych przez Fundację Rozwoju Demokracji Lokalnej we współpracy z Centre of Expertise for Local Government wynika, że liderzy samorządowi jednogłośnie twierdzą, że podnoszenie wiedzy, umiejętności i kompetencji ma w ich jednostkach fundamentalne znaczenie. Ponadto wskazuje się, że 90% urzędów bardzo często lub często wysyła pracowników na szkolenia oraz że brak jest różnic między intensywnością szkoleń a rodzajami gmin. Na bazie powyższych wyników uzyskanych we wspomnianym raporcie podjęto próbę weryfikacji wyników raportu z 2016 roku wśród urzędów zlokalizowanych na terenie województwa dolnośląskiego. W tym celu w pierwszej kolejności zdiagnozowano rangę szkoleń jako istotny

element zarządzania zasobami ludzkimi. Zdecydowana większość respondentów (decydentów w poszczególnych urzędach), w liczbie 124 (co stanowi prawie 84% ogółu grupy badawczej) jednoznacznie wskazuje, że szkolenia w kierowanych przez nich urzędach mają fundamentalne znaczenie w rozwoju kadry urzędniczej. Pozostała część, 17 liderów lokalnego samorządu (około 16%), neguje powyżej postawioną tezę.

Kolejne pytania badawcze miały na celu stwierdzenie stopnia systematyczności planowania potrzeb szkoleniowych oraz mechanizmów opracowywania planów szkoleniowych. W latach 2018–2021 105 badanych jednostek administracji samorządowej województwa dolnośląskiego (70% respondentów) nie planowało w sposób systematyczny podnoszenia kwalifikacji pracowników i nie opracowywało planów szkoleniowych. W 43 jednostkach (około 29% badanych) potrzeby szkoleniowe były planowane systematycznie oraz opracowywano plany szkoleń, co niewątpliwie sprzyja równemu dostępowi pracowników do systemu podnoszenia kwalifikacji zawodowych.

Analiza potrzeb szkoleniowych jest ważnym aspektem procesu szkoleniowego. Z przeprowadzonych badań wynika, że zaledwie 44 urzędy (około 30%) przeprowadzało analizę potrzeb szkoleniowych. Pozostałe 104 jednostki nie podjęły żadnych działań w tym elemencie procesu szkoleniowego. Urzędy, w których stosuje się powyższe narzędzie analityczne korzystają najczęściej z metody analizy w oparciu o doświadczenie kadry menadżerskiej. Respondenci implementują również inne metody, których rodzaj i skalę zastosowania przedstawia Tabela 3. Jednostki administracji samorządowej analizujące potrzeby szkoleniowe korzystają niejednokrotnie z kilku metod.

Tabela 3. Metody analizy potrzeb szkoleniowych oraz skala ich stosowania.

Metody analizy	Liczba jednostek stosujących metodę
doświadczenie kadry menadżerskiej	23
kompetencje osobiste i grupy focusowe	6
wskaźniki oraz oceny okresowe	20
ankiety stanowiskowe	14
techniki tajemniczego klienta	0
badanie poziomu satysfakcji klienta/interesanta	11

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Tematyka realizowanych przez respondentów szkoleń była ściśle powiązana z funkcjonowaniem urzędu i dotyczyła:

1. rozwoju osobistego (19 jednostek wdrożyło szkolenia z tego obszaru, co stanowi około 13% biorących udział w badaniu urzędów), wśród których największy udział miały szkolenia z zakresu rozwoju kompetencji osobistych, a najrzadziej oferowano szkolenia z zakresu *mindfulness* (rozwijanie świadomości ciała, emocji i myśli) oraz coachingu (pewności siebie);
2. rozwoju kompetencji menadżerskich (26 jednostek, około 17,5%), wśród których najczęściej szkolono z zarządzania zasobami ludzkimi, natomiast umiejętności prowadzenia rozmów kierowniczych, negocjacje i mediacje w procesie zarządzania podnoszono incydentalnie;
3. funkcjonowania kancelarii i sekretariatu (52 jednostki, około 35%), gdzie problematyka związana z obiegiem i archiwizacją dokumentów zdominowała zakres tematyczny;
4. finansów publicznych (81 jednostek, ponad 54%), wśród których podnoszono wiedzę tylko z zakresu zamówień publicznych;
5. szeroko rozumianego prawa (80 jednostek, około 54%), gdzie zakres tematów obejmował prawo zamówień publicznych i prawo podatkowe;
6. pracy z komputerem (36 jednostek, około 24%), ze szczególnym położeniem punktu nacisku na szkolenia dedykowane obsłudze programów elektronicznego obiegu dokumentów;
7. obsługi petentów/klientów (39 jednostek, ponad 26%), wśród których najczęściej szkolono z tematyki związanej z gospodarką mieszkaniową.

Część jednostek delegowała kadry na szkolenia z kilku powyżej wymienionych obszarów. Bazując na analizie przeprowadzonych badań skonstatować można, że symboliczny wymiar, we wszystkich przeprowadzonych szkoleniach pracowników samorządowych pracujących w urzędach województwa dolnośląskiego, miały szkolenia z zakresu rozwoju kompetencji behawioralnych, rozwoju alternatywnych metod komunikacji oraz nauki języków obcych.

Kolejne pytanie badawcze miało na celu zdiagnozowanie rodzajów szkoleń realizowanych w okresie objętym badaniem. Wszystkie badane jednostki samorządowe wskazały, że w latach 2018–2021 zaspokajały głównie bieżące potrzeby szkoleniowe. Na kolejnych miejscach uplasowały się szkolenia dostosowawcze i rozwojowe. Szczegółowy podział

wymienionych kategorii z podaniem ilości zrealizowanych szkoleń obrazuje Tabela 4.

Tabela 4. Rodzaje zaspokajanych potrzeb szkoleniowych latach 2018–2021.

Rodzaj potrzeb	Rok			
	2018	2019	2020	2021
Bieżące	136	132	132	126
Dostosowawcze	68	72	73	64
Rozwojowe	57	62	61	50

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Odpowiednio przygotowane i przeprowadzone szkolenia w dużej mierze wpływają na efektywność działań w różnych aspektach zawodowych oraz podnoszą „morale” pracowników. Stają się oni bardziej pewni siebie, wzmacniają w sobie poczucie przynależności do wspólnoty zawodowej oraz lepiej radzą sobie w trudnych sytuacjach. Zarówno szkolenia „twarde”, rozwijające wiedzę specjalistyczną i podnoszące kompetencje oraz umiejętności ściśle związane z zajmowanym stanowiskiem, jaki i szkolenia „miękkie”, nastawione na rozwijanie umiejętności indywidualnych, takich jak: dobra komunikacja, zarządzanie czasem, radzenie sobie ze stresem czy też asertywność, są bardzo istotnym elementem rozwoju każdego pracownika. Szkolenia można prowadzić wykorzystując różnorodne formy. Zdiagnozowanie implementowanych form szkoleń w administracji samorządowej było integralną częścią przeprowadzonych badań. Z przeprowadzonej analizy odpowiedzi respondentów wynika, że w latach 2018–2019 pracownicy najczęściej uczestniczyli w szkoleniach poza siedzibą urzędu, realizowanych przez firmę zewnętrzną, a najrzadziej korzystali ze szkoleń on-line. Wraz z rozwojem pandemii można stwierdzić odwrócenie się tendencji. Forma on-line stała się dominującą. Szczegółowe wyniki badań w zakresie wyboru form szkoleń w poszczególnych latach obrazuje Tabela 5.

W dalszej kolejności analiza przeprowadzonych badań pozwoliła stwierdzić, że w 84 jednostkach (ponad 56%) prowadzona jest ewidencja szkoleń oraz firm szkoleniowych, natomiast pozostałe 64 jednostki (około 43%) nie prowadzą takich rejestrów. Przeprowadzone badania umożliwiły także ustalenie przygotowania kadrowo-organizacyjnego respondentów

Tabela 5. Formy szkoleń z jakich korzystali pracownicy dolnośląskich urzędów oraz ilości ich zastosowania.

Forma szkolenia	Rok			
	2018	2019	2020	2021
Szkolenia zewnętrzne, stacjonarne poza siedzibą firmy	113	112	38	10
Konferencje	71	73	43	26
Szkolenia indywidualne poszczególnych pracowników na ich prośbę sfinansowane przez pracodawcę	63	64	49	37
Szkolenia zewnętrzne, stacjonarne w siedzibie firmy	39	45	20	10
Kursy	39	37	25	15
Warsztaty	28	32	12	5
Dofinansowania do samokształcenia pracowników	27	28	32	22
Szkolenia wewnętrzne, stacjonarne w siedzibie firmy	24	26	23	8
Szkolenia wewnętrzne, stacjonarne poza siedzibą firmy	11	12	8	1
Webinary	10	12	71	68
Szkolenia on-line	5	8	127	126

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

w dyskutowanym obszarze. W grupie 148 urzędów 86 (około 58%) posiada w swojej strukturze pracownika, który ma w zakresie swoich obowiązków przygotowanie organizacyjne i kadrowe w przedmiocie szkoleń i podnoszenia kwalifikacji pracowników, jednak tylko w około 36% jednostek administracji samorządowej (54 urzędy) opracowane zostały pisemne zasady kierowania pracownikami na szkolenia.

Niezależnie od powyżej prezentowanych wyników badań, kolejne pytanie badawcze miało na celu ustalenie znaczenia szkoleń na różne aspekty zarządcze w ocenie liderów struktur samorządowych. Pytanie dopuszczało wybór pięciu aspektów. Nie wszyscy respondenci skorzystali z tej możliwości. Pewna grupa ograniczyła się do trzech, względnie czterech aspektów. W sumie liczba wskazań wyniosła 537 (N = 537). W opinii decydentów szkolenia najsilniej wpływają na podniesienie kompetencji i kwalifikacji pracowników, a najsłabiej oddziałują na zmniejszenie fluktuacji kadr. Szczegółowe wyniki ukazuje Tabela 6.

Nadrzędnym celem szkoleń jest zwiększenie efektywności działań poszczególnych urzędników, których suma przekłada się na skuteczniejsze funkcjonowanie instytucji. Warunkiem realizacji powyższego celu jest konieczność wdrożenia w jednostce systemu szkoleniowego w formie planowanego i systematycznego procesu, którego skuteczność dodatkowo musi

Tabela 6. Wpływ szkoleń na poszczególne aspekty zarządcze.

Aspekty zarządcze	Wpływ szkoleń [%]
Podniesienie kompetencji i kwalifikacji pracowników	26,63
Wzrost efektywności urzędu	16,39
Rozwój, poszerzenie potencjału pracownika i wnoszenie wartościowego wkładu w funkcjonowanie organu	15,27
Poprawa jakości pracy oraz osiąganych wyników	15,08
Wzrost zaangażowania pracownika	10,43
Budowanie wizerunku jako organizacji dbającej o rozwój pracowników	7,45
Wzrost satysfakcji z pracy	7,26
Zmniejszenie fluktuacji kadr	1,49

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

być poddawana regularnej kontroli. Szkolenia nie tylko mają rozszerzać wiedzę i podnosić kompetencję. Ich celem jest również zmiana przyzwyczajeń, postaw i sposobów działania. Powyższe argumenty wskazują na obligatoryjność badania efektywności i jakości prowadzonych szkoleń. Powyższe kwestie zostały także poddane badaniu. Z przeprowadzonej analizy wynika, że 102 urzędy (około 69%) w okresie od 2018 do 2021 roku w żaden sposób nie sprawdzało efektywności przeprowadzonych szkoleń, które sfinansowane zostały z pieniędzy publicznych. Pozostałe urzędy (46), stanowiące około 31% grupy respondentów, weryfikowały efektywność szkoleń, jednak zdecydowana większość ograniczyła się do mało skutecznych metod takich jak: wywiad z uczestnikami czy anonimowa ankieta wśród uczestników szkolenia. Cztery jednostki zastosowały dwie powyżej wymienione metody. Tylko kilka samorządów wykorzystowało skuteczne metody oceny. Rozkład stosowanych metod weryfikacji efektywności szkoleń ukazuje Tabela 7.

Z analizy badań wynika również, że spośród 148 urzędów 44 (około 30%) nie dofinansowują podnoszenia kwalifikacji pracowników w zakresie studiów, samokształcenia, czy też innych metod rozwoju pracownika realizowanych poza strukturami organizacyjnymi urzędu. Pozostałe (104 urzędy, około 70%) wskazują, że uczestniczą w finansowaniu różnych form szkolenia swojej kadry. Poszczególne dofinansowywane formy podnoszenia wiedzy i kwalifikacji oraz liczba jednostek przekazujących na nie środki ukazuje Tabela 8.

Tabela 7. Metody oceny efektywności szkoleń stosowane przez dolnośląskie urzędy.

Metody oceny	Ilość urzędów stosujących metodę
Wywiad z uczestnikami	25
Anonimowa ankieta	17
Test sprawdzający nabyte wiadomości	2
Uczestnictwo obserwatora	2
Model D. Kirkpatricka	1
Model CIPO	1
Arkusze inwestycji i korzyści	1
Analiza kosztów i korzyści na grupie kontrolnej	1
Zwrot z inwestycji ROI	0

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Tabela 8. Formy podnoszenia kwalifikacji i liczba urzędów oferujących współfinansowanie pracownikom.

Formy kształcenia	Liczba jednostek oferujących współfinansowanie
Studia podyplomowe	86
Studia magisterskie	50
Studia licencjackie	44
Kursy kwalifikacyjne	40
Kursy doskonalące	35
Szkolenia uzupełniające	21
Samokształcenie	13
Nauka języków obcych	11
Nauka alternatywnych metod komunikacji	3

Źródło: Opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

W ramach przeprowadzonych badań, w celu dopełnienia dyskutowanych kwestii, podjęto próbę zdiagnozowania trzech najistotniejszych barier, obniżających jakość procesu szkoleniowego w jednostkach samorządu terytorialnego. Zdecydowana większość respondentów (97 urzędów, około 65%) wskazuje na pierwszym miejscu niewystarczające środki finansowe. W dalszej kolejności uplasował się nadmiar zadań i brak czasu na pracę koncepcyjno-analityczną.

Wnioski i rekomendacje

Na podstawie analizy uzyskanych wyników badań można sformułować wniosek, że wskazywane przez liderów samorządów fundamentalne znaczenie szkoleń w rozwoju zarządzanych przez nich kadr ma często tylko charakter deklaracyjny. Większość urzędów administracji (ponad 70%) zlokalizowanych na terenie województwa dolnośląskiego nie podjęło się w latach 2018–2021 systematycznego planowania podnoszenia kwalifikacji pracowników lokalnego samorządu oraz nie opracowało planów szkoleniowych. Świadczy to o braku odpowiednich mechanizmów kontroli zarządczej oraz nieefektywnej alokacji ograniczonych zasobów, będących konsekwencją nierzetelnej analizy potrzeb szkoleniowych oraz braku wyznaczonych celów w działalności szkoleniowej. Identyfikacja potrzeb szkoleniowych jest niezwykle istotna, gdyż pozwala szkolić w newralgicznych dla funkcjonowania obszarach w poszczególnych jednostkach oraz jest gwarantem optymalnego wykorzystania ograniczonych środków publicznych. Przeprowadzone badania wskazują jednak, że w 104 urzędach (ponad 70%) nie przeprowadzono analizy potrzeb szkoleniowych. Decydenci administracji lokalnej powinni zlecić regularne przeprowadzanie identyfikacji potrzeb szkoleniowych oraz opracowanie planu szkoleniowego. Implementacja takich działań sprzyja również równemu dostępowi pracowników do systemu podnoszenia kwalifikacji zawodowych oraz wyklucza przypadkowość wyboru szkoleń. Badania wskazują także, że szkolenia z rozwoju kompetencji behawioralnych, nauki języków obcych oraz alternatywnych metod komunikacji mają charakter incydentalny. Może to dowodzić o braku świadomości, dotyczącej znaczenia rozwijania umiejętności z tych obszarów. Warto położyć większy nacisk na powyżej wymienione umiejętności i kompetencje, ponieważ osoby niepełnosprawne i obcojęzyczne są coraz częściej petentami urzędów. Istotnym wydaje się również zintegrowanie na stałe w obszarze szkoleniowym trybu on-line ich prowadzenia. Rozwiązanie to jest korzystne pod względem zarówno finansowym, jak i czasowym. Pozwala również często na indywidualną interakcję szkolonego ze szkolącym, w celu wyjaśnienia niedomówień czy pomocy w rozwiązywaniu konkretnych problemów. Urzędy powinny opracowywać także pisemne zasady kierowania pracownikami

na szkolenia oraz wypracować transparentne zasady kierowania na nie. Analiza wyników badań wskazuje jednak, że zaledwie około 36% urzędów opracowała takie zasady. Niezmiernie istotne z punktu zarządczego oraz obowiązku racjonalnego wydatkowania środków publicznych jest zdiagnozowanie efektywności szkoleń. Liderzy samorządowi nie powinni dopuszczać do zaniechań w tym obszarze. Przeprowadzone badania ukazują jednak, że niecałe 3% urzędów administracji lokalnej biorącej udział w badaniu stosuje profesjonalne metody oceny efektywności szkoleń.

Bibliografia

Akty prawne

Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o pracownikach samorządowych (Dz.U. z 2022 r. poz. 530).

Artykuły naukowe

Kuzionka-Ochrymiuk E., *Informatyzacja administracji publicznej w województwach Polski*, „Optimum. Economic Studies” 2018, nr 1(91).

Traven S., Traven U., *Training in Diversity Management*, „Journal of Diversity Management” 2011, nr 2(1).

Pozycje zwarte

Buzowska B., Paliga R., Pujer K., *Zarządzanie personelem w organizacji. Wybrane problemy teorii i praktyki*, Warszawa 2017.

Figiel S., Kozłowski W., Rutkowska A., *Kapitał intelektualny administracji samorządowej w świetle potrzeb szkoleniowych*, Olsztyn 2018.

Każmierska I., Lachowicz I., Piotrowska L., *Uczenie się dorosłych – Cykl Kolba*, Warszawa 2014.

Trutkowski C., *Skuteczny urząd samorządowy. Rozwój kompetencji kadr jako element budowy sprawnej administracji lokalnej*, Warszawa 2016.

Biogramy autorów

Miłosz Czopek – profesor Uczelni Jana Wyżykowskiego w Polkowicach, doktor nauk ekonomicznych w obszarze nauk o zarządzaniu, praktyk zarządzania. Prace badawcze prowadzi w obszarze zarządzania przedsiębiorstwem i jednostką samorządu terytorialnego. Autor licznych publikacji dotyczących m.in. aspektów zarządzania zasobami ludzkimi, zarządzania organizacjami, marketingu oraz zagadnień związanych z lokalnym rozwojem społeczno-gospodarczym. Członek Karkonoskiego Towarzystwa Naukowego.

Magdalena Ślebioda – absolwentka studiów I stopnia kierunku administracja publiczna na Uczelni Jana Wyżykowskiego w Polkowicach. Kontynuuje studia magisterskie na kierunku zarządzanie. Wieloletni pracownik administracji samorządowej. Zastępca przewodniczącego Koła Naukowego Promocji i Marketingu „ProMa”. Prowadzi prace badawcze dotyczące administracji i zarządzania. Laureatka ogólnopolskich, studenckich konferencji naukowych.

Anna Bajus

KGHM Polska Miedź S.A.

ORCID: 0000-0002-8183-5442

Budgeting as an enterprise management method

Abstract: The objective of this study is to present the role of budgeting in enterprise management. Based on the analysis of professional literature, the author presented relationship between management, management accounting, controlling and budgeting. The author underlined interrelatedness between the areas and described how particular management functions are executed through budgeting.

Significance of budgeting is still growing, and its role in the management process consists in assisting basic management activities, on the operational and strategic level, through provision of information.

Changing conditions in the enterprise environment cause that relevant information is in demand, and the budget becomes a key communication tool on various levels of the organisation.

Keywords: management, management accounting, activity-based management, controlling, budgeting, information and knowledge resources

BUDŻETOWANIE JAKO METODA ZARZĄDZANIA PRZEDSIĘBIORSTWEM

Streszczenie: Celem pracy jest przedstawienie roli budżetowania w zarządzaniu przedsiębiorstwem. Na podstawie analizy literatury przedstawiono relacje pomiędzy zarządzaniem, rachunkowością zarządczą, controllingiem i budżetowaniem. Zwrócono uwagę na zależności pomiędzy zagadnieniami oraz opisano realizację poszczególnych funkcji zarządzania przez budżetowanie.

Znaczenie budżetowania cały czas rośnie, a jego rola w procesie zarządzania polega na informacyjnym wspomaganiu podstawowych aktywności zarządczych na poziomie operacyjnym i strategicznym.

Zmiany uwarunkowań funkcjonowania przedsiębiorstwa powodują wzrost zapotrzebowania na informację, a budżet staje się kluczowym narzędziem komunikacji na różnych poziomach struktury organizacyjnej.

Słowa kluczowe: zarządzanie, rachunkowość zarządcza, zarządzanie kosztami, controlling, budżetowanie, zasoby informacji i wiedzy.

Relationship between management and budgeting

Management deals with analysis of actual problems an enterprise faces connected with functioning, improvement and development. Management is a discipline which belongs to applied sciences as “management theory and practice stems from experience gained in the course of operations of a given organisation”. According to Andrzej K. Koźmiński, management is “(...) a kind of a journey through chaos” as it deals with observation, identification, explanation, analysis of events occurring in management processes and refining principles and rules of procedure in management practice.¹

Karol Adamiecki was the Polish outstanding representative of the concept of modern management who believed that:

- one needs to set a goal to accomplish,
- through science, one needs to establish useful added value we are striving at,
- one should prepare a roadmap and the best possible procedure,
- take action and verify the actual conditions against the roadmap on a regular basis,

Management has evolved and over the years many management ideas, definitions, theories, classifications and examples and also many methods aimed at increasing management efficiency have been developed. One of such methods, which was developed in the “course of computerisation of management in hard coal mining industry”, is useful and is still being developed. It is a method similar to the procedure of a fundamental decision cycle covering graphically basic management algorithms. The

¹ A. Lisowski, *Podstawowy algorytm zarządzania*, “Przegląd Organizacji” 2002, no. 7–8, pp. 12–13.

method was developed at the turn of the sixties and seventies. According to the outstanding professor, Andrzej Lisowski “it is a path to learn the reality and to change it in the expected direction”².

The procedure is a cycle which is composed of four activities:

- **activity 1** – recording source information – identification of the conditions, the better access to data and the more precise data, the better determination of cause-and-effect dependencies present in the organisational structure of a given organisation;
- **activity 2** – efficiency assessment – preparation of activity variants is a skill of processing, using source information prepared earlier and development of activity variants aimed at improvement;
- **activity 3** – predicting effects of such actions, i.e. determining their efficiency;
- **activity 4** – optimisation of decisions taken in assumed conditions, i.e. selection of an optimal variant from the perspective of the mission and internal limitations of the organisation.

The fundamental decision cycle meets the expectations when there is an increase in effect as compared to the initial state.

Enterprise management is a constant decision-taking process, in mining industry enterprises. Intensity, multidirectional actions and diversity within a mining enterprise affect strategic management which aims at seizing opportunities and reduction of threats³.

Managing the process of affecting all enterprise resources in such manner that the enterprise accomplishes intended goals. The resources may be tangible (e.g. employees, machinery, equipment, buildings and structures) and intangible (e.g. patents, licenses, information resources, projects, etc.).

Management is about setting goals (planning function), launching and carrying out processes transforming resources into a product or a service (motivational function), acquiring resources and creation of technical and organisational conditions for their accomplishment (organisational function) and taking control activities, e.g. whether the activities are being

² *Ibidem*, p. 14.

³ H. Dźwignął, *Wybrane elementy systemu zarządzania przedsiębiorstwem górniczym w okresie zmian restrukturyzacyjnych*, “Przeгляд Organizacji” 2002, no. 7–8, p. 21.

carried out in line with adopted assumptions (control function). Table 1. presents relationship between management functions.

Table 1. Relation between management functions.

Management function	Management functions relationship
Planning	setting goals
Motivation	triggers to implement budgets
Organisation	creation of conditions for goal accomplishment
Controlling	measurement of goal accomplishment

Source: E. Nowak, B. Nita (ed.), *Budżetowanie w przedsiębiorstwie. Organizacja, procedury, zastosowanie*, Warsaw 2010, p.16.

Planning is the most important out of the four management functions and is a starting point for the other management functions and the main element of budgeting⁴.

Budgeting as an enterprise management method was developed in the USA in the second half of the 19th century and in the American terminology *budgetary control* means a budget-based management method. Budgeting is a tool which supports planning, coordination, communication, control and motivation^{5, 6}.

Budgeting as a basic management accounting tool plays an important role in activity-based management. In Table 2. the author presented how particular management functions are fulfilled through budgeting.⁷

Budgeting supports enterprise management on all levels of management, organises activities in various areas, coordinates and steers the management staff towards accomplishment of the enterprise's objectives and motivates to better performance⁸.

Budgeting is based on the enterprise organisational structure. Managers of particular responsibility centres closely cooperate with each other,

⁴ E. Nowak, B. Nita (ed.), *Budżetowanie w przedsiębiorstwie. Organizacja, Procedury, Zastosowanie*, Warsaw 2010, p. 17.

⁵ G.K. Świdorska (ed.), *Controlling kosztów i rachunkowość zarządcza*, Warsaw 2017, p. 453.

⁶ C. Drury, *Rachunek kosztów*, Warsaw 1998, pp. 370–393.

⁷ B. Zyznarska-Dworczak, *Jak zarządzać kosztami w przedsiębiorstwie*, Warsaw 2012, p. 57.

⁸ K. Czubakowska, *Budżetowanie w controllingu*, Gdansk 2004, pp. 16–196.

Table 2. Fulfilment of particular management functions through budgeting.

Management function	Fulfilment through budgeting
Planning	– budget planning – day-to-day budget update
Motivation	– incorporating budget into the assumptions of the incentive system
Organisation	– integration of partial budgets into the master budget, – identification of responsibility centres within an enterprise, – work distribution within the responsibility centres,
Controlling	– variance analysis - identification and measurement, determining reasons and predicting results

Source: E. Nowak, B. Nita (ed.), *Budżetowanie w przedsiębiorstwie. Organizacja, procedury, zastosowanie*, Warsaw 2010, p. 17.

are partners in budget planning and later in the course of regular enterprise operations. The value of intellectual capital combined with an efficient management system allows for better performance. At the budget planning stage, one can consider application of management elements through participation, i.e., involvement of employees in the decision-making processes in an enterprise by, for instance, phrasing assumptions and principles to budget planning which particular employee groups have direct influence on.⁹

The annual budget planning process covers the whole organisation. Therefore, it should be internally harmonised and completed only when managers of specific centres of responsibility reconcile and approve all the budgets. Enterprises apply budget planning procedures which are adapted to individual needs of a given enterprise. Still, the literature provides for a different approach to the budget planning process which relates to principles, phases and management methods¹⁰:

- W. Naruć, J. Nowak i M. Wieloch – separate four main process stages¹¹:
(Stage 1) development and approval of budget assumptions;
(Stage 2) development and acceptance of operational budgets;

⁹ E. Nowak, B. Nita (ed.), *Budżetowanie w przedsiębiorstwie. Organizacja, Procedury, Zastosowanie*, Warsaw 2010, p.17.

¹⁰ C. Drury, *Rachunek kosztów*, Warsaw 1998, pp. 370–393.

¹¹ W. Naruć, J. Nowak, M. Wieloch, *Operacyjne planowanie finansowe*, Warsaw 2008, p. 7.

- (Stage 3) development and acceptance of financial budgets;
- (Stage 4) development and approval of the main budget;
- M. Dylewski, B. Filipiak, P. Szczypa – separate three main process stages¹²:
 - (Stage 1) preparatory;
 - (Stage 2) planning;
 - (Stage 3) execution.

Budgeting principles are postulates and not mandatory rules, so in practice the manner of budgeting affects how the principles of budgeting are observed and applied.

Application and observance of the budgeting principles supports the budgeting system management process and ensures coordination of operations.

Budget is a process of preparation of consistent partial budgets which are next combined into a master budget on the level of the enterprise and is also a process based on the principles of identification of responsibility for fulfilment of specific tasks, which may be expressed quantitatively or qualitatively. A budget which covers all departments, divisions, regions, i.e., “master budget” is composed of two elements: operational budget and financial budget with a number of partial budgets within each of them. The budget structure depends on the nature of business activity, e.g., in a producing company is more complex than in a trading company. Specific budgets reflect tasks and accomplishment of the objectives depends on their fulfilment^{13, 14, 15, 16}.

The budgeting process takes place on a scheduled basis which contains specific information (i.e., plan elements, assumptions, accountability, deadline, how data are to be prepared, commentary concerning the assumptions, accountability and supervision).

¹² M. Dylewski, B. Filipiak, P. Szczypa, *Budżetowanie w przedsiębiorstwie. Aspekty rachunkowe, finansowe i zarządcze*, Warsaw 2007, p. 58.

¹³ E. Nowak (ed.), *Budżetowanie kosztów*, Gdansk 1999, p. 8.

¹⁴ R.H. Garrison, *Managerial Accounting. Concepts for Planning, Control, Decision Making*, Plano 1985, p. 297.

¹⁵ P.E. Fess, C.S. Warren, *Accounting Principles*, Cincinnati 1987, p. 1073.

¹⁶ K. Czubakowska, *Budżetowanie w controllingu*, Gdansk 2004, pp. 16–196.

The budget may be developed on a monthly basis, accruing or quarterly basis: by accounts under group 4 (by type) and by accounts under groups 4 and 5 (by type and function). A long-term plan is most often developed annually by accounts under group 4 (by type).

Currently, we differentiate four basic budgeting functions:

- information function where budgeting provides information to the management,
- coordination function where budgeting combines particular activities,
- incentive functions where budgeting has influence over employees, as the budget is the basis for staff performance assessment,
- control function at the stage of development, execution and after budget execution.

It should be noted that the information function which provides information to particular management functions, i.e., planning, motivation, organisation and control. Information function penetrates all management functions on all levels of the organisation.

In the budget planning process, there are three phases which follow each other: budgeting, budget execution and budget control. Between these phases there are specific coordination activities which make up the management process. Budgeting has functions which are closely connected with the management process based on the assumptions of the Deming cycle (PDCA) which assumes constant improvement: plan, do, check, act^{17, 18}.

In the literature, there are statements of many theorists and practitioners on budgeting in terms of management accounting and management. Performance budgeting system helps to accomplish objectives of an enterprise as the budget includes “translation of long-term, strategic plans of an enterprise into operational plans concerning budget periods”. In Table 3. The author presented a set of definitions of “budget” which functions in an organisation¹⁹.

¹⁷ E. Nowak, B. Nita (ed.), *Budżetowanie w przedsiębiorstwie. Organizacja, Procedury, Zastosowanie*, Warsaw 2010, p. 42.

¹⁸ B. Zyznarska-Dworczak, *Jak zarządzać kosztami w przedsiębiorstwie*, Warsaw 2012, p. 58.

¹⁹ E. Nowak, B. Nita (ed.), *Budżetowanie w przedsiębiorstwie. Organizacja, Procedury, Zastosowanie*, Warsaw 2010, p. 54.

Table 3. Selected budget definitions.

Author	Definition
C. Drury	"Budgets are only a tool to support planning, coordination and communication of business and are also used as a control and incentive tool" ²⁰ .
B. Nita	"Budget is composed of interrelated partial budgets created most often for a year divided into quarters and months" ²¹ .
E. Nowak	"Budget is an action plan for an enterprise and particular centres of responsibility over a set period" ²² .
M. Sierpińska, B. Niedbała	"A budget needs to fulfil a specific function in an enterprise and as one of the auxiliary tools in managing an enterprise is to lead to accomplishment of set objectives over a set period of time" ²³ .

Source: own study based on literature review.

Based on the statements of accounting and management theorists and practitioners, cost budgeting may be conducted with various methods of budgeting and specific rules of procedure included in them, i.e., budgeting concepts.

At the end of the 19th century and at the beginning of the 20th century, companies started to use budgets, i.e., transform plans into tasks approved for implementation, which allowed for monitoring performance. In 1920, Pierre DuPont implemented a concept of budgeting which relied on two identified determinants of enterprise functioning: budget and day-to-day monitoring of tasks specified in the budget²⁴.

The budgeting concept is composed of the rules for determining values of particular cost items. Budgeting is a procedure and at the same time it is a method of activity-based operational management and acting in line with a specific procedure and with relevant tools allows for budget creation²⁵.

²⁰ C. Drury, *Rachunek kosztów*, Warsaw 1998, pp. 370–393.

²¹ B. Nita, *Sprawozdawczość zarządcza. Analizy i raporty wewnętrzne w controllingu*, Warsaw 2014, p. 241.

²² E. Nowak, B. Nita (ed.), *Budżetowanie w przedsiębiorstwie. Organizacja, Procedury, Zastosowanie*, Warsaw 2010, p. 34.

²³ M. Sierpińska, B. Niedbała, *Controlling operacyjny w przedsiębiorstwie*, Warsaw 2003, pp. 17–73.

²⁴ G.K. Świdorska (ed.), *Controlling kosztów i rachunkowość zarządcza*, Warsaw 2017, pp. 29, 197, 452.

²⁵ E. Nowak, *Metody ilościowe w rachunku kosztów przedsiębiorstwa*, "Zarządzanie i Finanse. Journal of Management and Finance" 2015, no. 13, pp. 340–341.

Budgeting, i.e., activity-based management has been and is applied in British, Japanese, Dutch, German, American and Polish enterprises. In practice, in activity-based management there are various approaches to cost implementation and each of the approaches is determined by different functions and costing used^{26, 27}:

- Japanese activity-based management was introduced in the sixties of the 20th century as a concept of integrated activity-based management, focuses on affecting in a flexible way and by small steps and not only on informing. It concentrates on client's expectations, monitoring competition and product life cycle. The most important function is cost reduction combined with motivating employees to take actions to reduce costs. This approach uses: product life-cycle costing, target costing with value analysis, Kaizen Costing and Kaizen Budgeting,
- Anglo-Saxon activity-based management was introduced in the seventies of the 20th century, as a concept of strategic activity-based management. Controlling is a primary function in activity-based management, supported by short-term and long-term planning, defining precise objectives and creation of roadmaps. The approach uses standard product costing, activity-based costing and budgeting with the use of these two costing methods,
- German activity-based management was introduced in the seventies of the 20th century and consisted mainly in concentration on the enterprise itself and accomplishment of its objectives where control and planning functions play key roles. The approach uses: standard product costing, activity-based costing and budgeting with the use of these two costing methods,
- the Polish approach to activity-based management under influence of the Western approaches and in the Polish literature, many authors point to the "process" in the approach to activity-based management. Activity-based management affects cost level, its structure, cost behaviour and according to B. Zyznarska-Dworczak it serves:

²⁶ M. Sierpińska, B. Niedbała, *Controlling operacyjny w przedsiębiorstwie*, Warsaw 2003, pp. 17–73.

²⁷ B. Zyznarska-Dworczak, *Jak zarządzać kosztami w przedsiębiorstwie*, Warsaw 2012, pp. 18–20.

- achieving an optimal cost level and cost control;
- affecting cost structure and cost change dynamics,
- identification of possibilities of and areas for cost reduction,
- assessing impact of strategic decisions on future cost level.

In the literature, costing and activity-based management are segments of management accounting which are interrelated as costing deals with cost measurement, and activity-based management impacts the level of the costs.

Management accounting is an integral part of the management process and should provide information to²⁸:

- forecasting, budgeting, planning, controlling.
- analysis of used resources (tangible and intangible),
- improvement in internal and external communication.

Combining information with other information to facilitate decision-taking process, and also obtaining other information. Information, similarly like data, may be collected, stored, verified, combined, transferred and interpreted differently. Information is developed on the basis of various forms. Information is “a product which is created as a result of processing data which are of significance and which are useful for the recipient”²⁹.

Data are numbers, notions, schematic drawings, charts to be transferred, verified, processed, verified and collected which are connected with the organisational structure of an enterprise. Data, just like information, should be subject to the same principles of budgeting and management³⁰.

Information which was created after data processing may still be processed and be a starting point for another process. It should be noted that data processing does not need to result in information. Therefore, the objective is that information needs to be useful and the result of data processing could be used by a recipient or extend his/her knowledge about the facts or situation. It means that a piece of useful information is full and reliable. It comes from a reliable source and when combined with other information should not change its meaning.

²⁸ B. Nita, *Rachunkowość w zarządzaniu strategicznym przedsiębiorstwem*, Krakow 2008, p. 19.

²⁹ *Ibidem*, p. 14.

³⁰ *Ibidem*, p. 15.

Budgeting provides information to various levels of the organisational structure. It constitutes an information base and controls performance of the management, organisational units, thus supporting the very process of knowledge and information management. Determining planned quantities requires knowledge of the specifics of a given enterprise, strategic objectives and also observance of budgeting principles³¹.

Information used in the budgeting process should be consistent, reliable, true and interpretable. The more consistent information, the higher probability that the tasks will be carried out. Therefore, managers are required to observe plans but on the other hand the same managers are required to accept reliable information to their budgets. Data control is of great importance in this regard. In order to generate future benefits today one should take care of data loading and their correct storage in IT systems. "Frequency of data collecting and reporting is doomed to affect planning"³².

In order to eliminate information noise, an integrated pattern of interrelations between IT systems was proposed. By noise it is understood that the budget items are too general and unspecific, which can result in entering erroneous data, inappropriate data control or interpretation.

For the information to be correct and useful expertise and scientific knowledge should get involved in the process of interpretation. People vary as to the level of knowledge, so information interpretation may be different.

In scientific research of Noble Prize laureates (James Mirrlees and William Vickrey, George A. Akerlof, A. Michael Spence and Joseph E. Stiglitz), they stated that "distribution of information among users is irregular. It means that some users obtain some information faster while others do not have it at all"³³.

The fewer mistakes in interpretation of information, the higher the chances of identification of threats. Combining knowledge with a cognitive process facilitates decision making process in the short and long term.

³¹ E. Nowak, B. Nita (ed.), *Budżetowanie w przedsiębiorstwie. Organizacja, Procedury, Zastosowanie*, Warsaw 2010, p. 35.

³² M. Juchnowicz (ed.), *Elastyczne zarządzanie kapitałem ludzkim w organizacji wiedzy*, Warsaw 2007, p. 49.

³³ B. Stefanowicz, *Informacja. Wiedza. Mądrość*, Warsaw 2013, p. 24.

Among various methods of measuring knowledge and management there is for instance the Navigator IC Skandia which was developed by Skandia. The model is based on the methodology proposed by Edvinsson and Malone and is designed to measure knowledge and knowledge management. Division of the intellectual capital into human and structural capital is the main assumption of the model. According to Skandia, “intellectual capital” means having knowledge, experience, organisational technology, client relations and professional skills which give Skandia a competitive advantage on the market”. The company noticed that there are certain hidden values which constitute a source of life of the company. They are skills, knowledge, experience, systems of knowledge sharing, management tools, processes, technology, concepts, innovation and company culture and values³⁴.

The intellectual capital-oriented concept is a basis of management in the economies of the following countries: USA, Canada, Great Britain, Austria, Denmark, Austria, Sweden. According to W.J. Hadson, intellectual capital is directly connected with a man, experience, knowledge and upbringing. Whereas T. Stewart, L. Edvinsson i K.E. Sveiby in their concept stress knowledge and H. Itami, P. Sullivan, D.J. Teece concentrated on interrelations between intangible and tangible assets. When comparing the concepts of intellectual capital presented in the literature (of L. Edvinsson, H. Saint-Onge, N. Bontis, A. Brooking, G. Roos and J. Ross, A. Fazlagicio and W. Kurowski) one can conclude that all of them share the same features. Each concept stresses human resources in the first place and connections between processes, structures and activities. Polish experiences are also extensively described and in vast literature there are such authors: R. Borowiecki, D. Dobija, W.M. Grudzewski, I. Hejduk, S. Kwiatkowski, B. Mikuła, P. Płoszajski, B. Wawrzyniak. The authors draw attention to measurement of intellectual capital and its significance in an organisation. Figure 1. presents an information system based on intellectual capital³⁵.

³⁴ L. Edvinsson, M.S. Malone, *Kapitał intelektualny. Poznaj prawdziwą wartość swego przedsiębiorstwa odnajdując jego ukryte korzenie*, Warsaw 2001, p. 40.

³⁵ M. Rybak (ed.), *Kapitał ludzki a konkurencyjność przedsiębiorstwa*, Warsaw 2003, p. 129; Hadson W.J., *Intellectual Capital. How to build it, enhance it, use it*, Toronto 1993, p. 16; S. Kasiewicz, W. Rogowski, M. Kicińska, *Kapitał intelektualny*, Krakow 2006, p. 68.

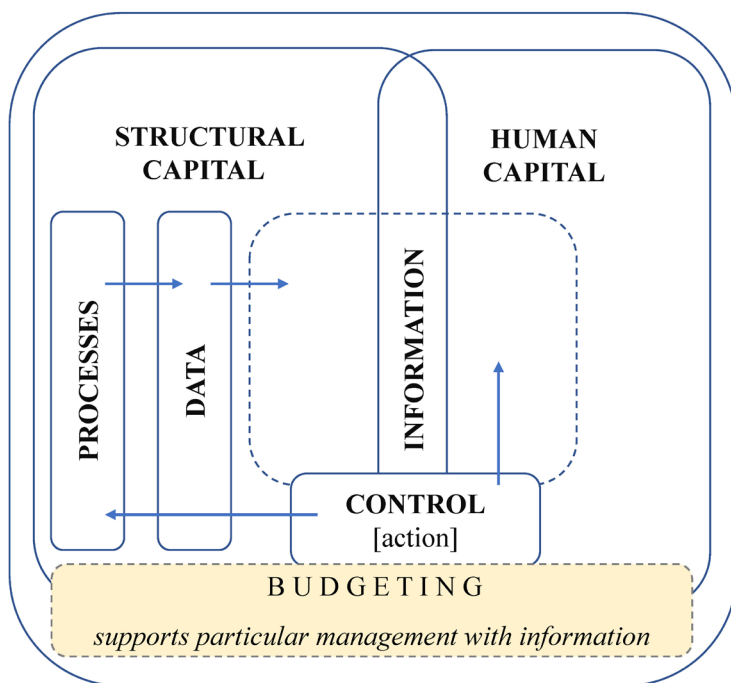


Figure 1. Information system based on intellectual capital.

Source: own study.

As far as the processes in enterprises are concerned, it is crucial to collect, analyse, provide information in a manner which ensures achievement of operational, financial, strategic objectives and also to be able to assess fulfilment of the tasks. In this case, management accounting – understood as “enterprise information system” – is an ideal tool. Figure 2. presents relationship between management, management accounting and budgeting³⁶.

In the literature, management accounting is a tool to communicate, measure, collect and monitor. It supports the process of development and implementation of strategies and is also used for day-to-day assessment of activities and processes³⁷.

³⁶ B. Nita, *Rachunkowość w zarządzaniu strategicznym przedsiębiorstwem*, Krakow 2008, p. 15.

³⁷ A. Jaruga, W.A. Nowak, A. Szycha, *Rachunkowość zarządcza. Koncepcje i zastosowanie*, Lodz 2001, pp. 23–26.

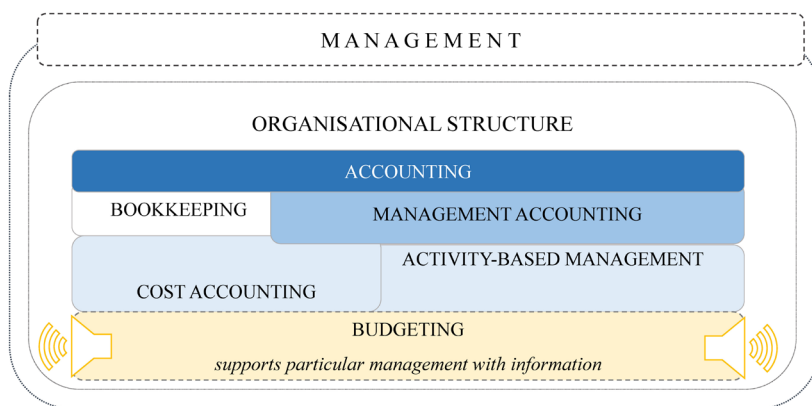


Figure 2. Relations between management, management accounting and budgeting.

Source: own study.

As opposed to financial accounting, it is not governed by provisions of law and when customised it serves all users inside an enterprise. The main objectives and tasks of accounting comprise: developing a strategy and long-term planning, allocation of resources, planning and supervision of operating expenses, measurement and presentation of the operating result, reporting, management control, communication, reporting, motivation and performance assessment³⁸.

According to the International Federation of Accountants (IFAC), management accounting should concentrate on implementation of the following concepts³⁹:

- concepts related to the function of accounting: including drawing attention to tangible and intangible assets, analysis of resources, support for processes within the organisational structure, interdisciplinary cooperation of teams of specialists from manufacturing, management, logistics, finance departments, etc.,
- concept connected with usefulness, including assessment of achievements in terms of adopted budgeting methods, works and outcomes,

³⁸ *Ibid.*

³⁹ A. Jaruga, W.A. Nowak, A. Szychta, *Zarządzanie kosztami w praktyce światowej*, Gdansk 1997, p. 10.

- concept connected with technique, including assessment of the applied technique in combination with the use of resources and their values,
- concepts connected with skills, including assessment of IT systems in management accounting and designing systems for organisational structures,

Management accounting provides information to all levels of management adjusting the scope and the way information is aligned with the needs of particular recipients. We differentiate the following types of information: financial, non-financial, strategic, operational, current, historical, forecast and intuitive, warning which are based on **intuition** (internal wisdom) of a controller. The greater the controller’s experience, the higher the level of intuition. It is a type of information which cannot be measured but its “virtual” value switches on alertness during control, preparation and taking key decisions.

Management accounting should be adjusted to the organisation, provide information everywhere it is needed, control information and support organisation in the entire management process. According to the American approach, the functions of the management accounting also include provision of information and participation in the management process. Figure 3. shows management accounting system.

Currently, it is emphasised that “management accounting focuses on management, i.e., on: preparation, processing and communication of

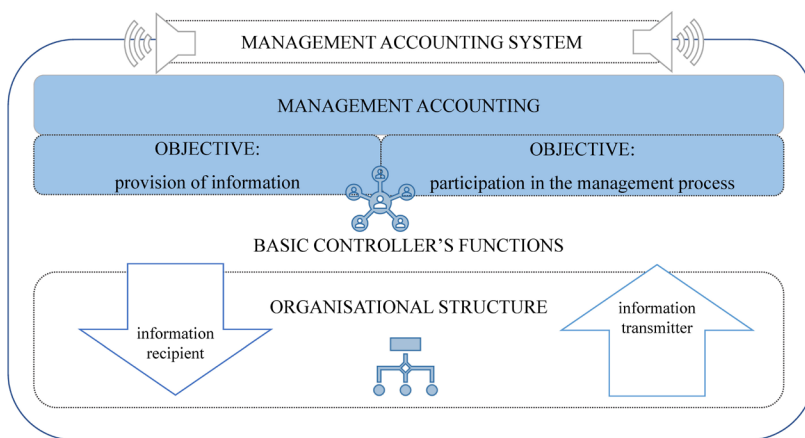


Figure 3. Management accounting system.

Source: own study.

economic information which is a basis for: performance planning and control which determine the economic result of an enterprise”⁴⁰.

Management accounting is “a set of concepts and techniques used to process information and support managers in decision-making process and allow for making decisions aimed at accomplishment of goals”. It is perceived as a subsystem of the accounting system whose main objective is to provide information to managers for decision-making processes supporting achievement of the goals by an enterprise^{41, 42}.

In the literature, many authors refer to a statement that management accounting is to “provide information”. Management accounting is an intermediary in transmission and reception of information and influences the level of integration between organisational units within an organisational structure⁴³.

The organisational structure of an enterprise is an “information map” which includes information flow channels and places of its development and receipt. Information is a strategic resources when:

- it supports change processes,
- offers an advantage over competitors,
- allows for decision-making,
- facilitates establishing relationship with the surrounding environment,
- allows for communication between employees and managers.

Information similarly to knowledge is not interpreted narrowly and specialists define information as content, good, energy of specific significance:

- Wiener N., treats information as “(...) content taken from the external world in the process of our adaptation and adjustment of our senses to the external world”⁴⁴,

⁴⁰ B. Nita, *Sprawozdawczość zarządcza. Analizy i raporty wewnętrzne w controllingu*, Warsaw 2014, pp. 17–19.

⁴¹ T. Wnuk-Pel, *Zastosowanie rachunku kosztów działań w przedsiębiorstwach w Polsce*, Lodz 2012, pp. 10–23.

⁴² B. Nita, *Sprawozdawczość zarządcza. Analizy i raporty wewnętrzne w controllingu*, Warsaw 2014, p. 18.

⁴³ T. Wnuk-Pel, *Zastosowanie rachunku kosztów działań w przedsiębiorstwach w Polsce*, Lodz 2012, pp. 10–23.

⁴⁴ N. Wiener, *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*, New York–London 1961, p. 18.

- Ashby R., information “combines with diversity of the surrounding world”⁴⁵,
- Niedzielska E. believes that information is a “specific intangible good which together with economic development and development of means and forms of social communication becomes more and more significant and is transforming many traditionally organised economies of the world”⁴⁶.

“The 21st century society – is a society which commonly and consciously uses information and communication technologies”.

Currently, information is becoming more and more important and new methods of its efficient use are in demand. Knowledge is closely connected with information and based on this combination, people take operational, financial and strategic decisions.

Relationship between budgeting and controlling

Controlling as a concept of enterprise management comes from the United States of North America. Its origins root back to the 19th century. In Europe, controlling became more popular at the turn of fifties and sixties of the 20th century, mainly in Germany and France. According to the literature, Polish companies decide to implement controlling to obtain additional information which supports decision-making process (9%), cost reduction (28%), ensuring better information flow (20%)⁴⁷.

In the vast literature of the subject, controlling is regarded as a management tool which consists in planning, supervision, control and feeding and processing information. Table 4. shows how controlling is presented in literature and practice.

In the controlling system, a controller has a key role, as he/she manages information resources which are of specific value and require some

⁴⁵ W.R. Ashby, *An Introduction to Cybernetics*, London 1954, p. 140.

⁴⁶ Niedzielska E. (edit.), 1998. *Informatyka ekonomiczna*, AE we Wrocławiu, Wrocław, p. 20,

⁴⁷ A. Lenart, *Informacyjne wspomaganie controlingu przez system ERP*, “Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2008, no. 15, pp. 250–255.

Table 4. The manner of presentation of literature in literature and practice.

Author	Definition
M. Chomuszko	“Controlling is a management tool, supporting planning, controlling and management functions by a developed information system which allows for accomplishment of objectives and coordination of social and material processes in particular enterprise functions and between them” ^a .
J. Goliszewski	“Controlling is a basic element of modern management and administration” ^b .
P. Horvath	“Controlling is a management subsystem which creates and coordinates planning and supervision and information demand for the entire system and its coordination” ^c .
S. Nowosielski	“Controlling becomes a meta-management (managing management) by preparing necessary supporting information and assisting management staff” ^d .
Z. Leszczyński, T. Wnuk-Pel	“Operating controlling plays a key role in the process of budgeting, cost control and planning and monitoring changes in working capital, liquidity and assets and liabilities of the company” ^e .
M. Sierpińska, B. Niedbała	“Controlling is a management method which places emphasis on performance planning and control and motivation” ^f .
Solemis Group Sp. z o.o.	“Controlling is a key function in modern enterprises and modern controlling means not only annual budgeting but also detailed resource planning” ^g .
H. J. Vollmuth	“Controlling is a supra-functional management tool which should support directors and managerial staff in decision-making” ^h .

^a M. Chomuszko, *Controlling procesów*, Warsaw 2015, p. 16.

^b J. Goliszewski, *Controlling, system koordynacji przedsiębiorstwa*, “Przegląd Organizacji” 1990, no. 8–9, p. 16.

^c P. Horvath, *Controlling*, München 1994, p. 163.

^d S. Nowosielski, *Controlling w globalnym przedsiębiorstwie. Przestanki i problemy konstruowania i działania*, “Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2008, no. 15, pp. 337–338.

^e Z. Leszczyński, T. Wnuk-Pel, *Controlling w praktyce*, Gdansk 2010, p. 636.

^f M. Sierpińska, B. Niedbała, *Controlling operacyjny w przedsiębiorstwie*, Warsaw 2003, pp. 17–73.

^g *Nowoczesny controlling, budżetowanie, planowanie i finanse*, <https://solemis.com/rozwiwania/controlling-i-analiza-finansowa/>, [dostęp:15.02.2021].

^h H.J. Vollmuth, *Controlling. Planowanie, kontrola, kierowanie*, Warsaw, p. 15.

Source: own study.

spending on their acquisition and may be used to accomplish specific objectives of an enterprise. “The 21st century society – is a society which commonly and consciously uses information and communication technologies⁴⁸.

The controlling system may have two forms: institutional (controller is an executor) and non-institutional (controller supports a manager). Table 5. presents controller types based on the form of the organisation.

Table 5. Controller type.

Controller type	
Institutional form	Non-institutional form
controller's function is fulfilled in the controlling department <u>Controller's tasks comprise:</u> – integration of budgeting with control, – comparison of actual values with budgeted values, – error prevention, – co-participation in decision-making process by performing staff and departmental support functions, – application of modern tools, other departments perform the controller function – fields of activities are combined with all levels of management.	the controller function is performed by other departments e.g., a manager of the accounting department <u>Controller's tasks comprise:</u> – provision of data for historical periods, – use of information in financial statements, – combined with financial accounting and a traditional costing.

Source: on the basis of K. Czubakowska, *Budżetowanie w controllingu*, Gdansk 2004, pp. 125–126.

A place of controlling in an organisational structure of an enterprise determines the controller's power. A controller is at the front of an organisational unit and may be perceived as a business partner of the management or just the opposite, as a registrant of deviations from the budget, however, without authorisation to take binding decisions. A strong position of a controller means that he/she may take part in the enterprise management process. The higher the position, the greater possibility to affect processes inside an enterprise. In the literature, the role of management accounting specialists is regarded in many ways, as it depends on which country it is fulfilled in. In the western countries, the tasks focus

⁴⁸ I. Chomiak-Orsa, *Zarządzanie kapitałem relacyjnym w procesie wirtualizacji organizacji. Podejście procesowe*, Wrocław 2013, p. 31.

on the need to manage business entities and mainly depend on socio-economic, cultural and political factors. Table 6. shows perception of management accounting specialists' competences in the world and in Poland.

Table 6. Perception of management accounting specialists' competences in the world and in Poland.

Location	Interpretation
according to the Anglo-American practice is a <i>management accountant</i>	"Controller" is a manager of the accounting department who performs the function of the Chief Accounting Office – CAO responsible for financial accounting and management accounting (costing, financial reporting, taxes and internal control).
according to the German and Austrian practice is a <i>controller</i>	"Controller" is positioned within a variety of positions. A controller is a "sparring partner" of managers who designs and supports the management process as regards defining objectives, planning, managing and is held responsible together with the management for performance. A controller is an employee of the controlling department who fulfils tasks aimed at, inter alia, accounting, planning, plan control and reporting for internal needs of an enterprise.
according to the Polish practice is a <i>management accounting specialist</i>	Management accounting specialist (chief accountant, certified accountant) connected with certified accountant certification program started by the Association of Accountants in Poland in 2010. It concerns cost registration and settlement, preparation of costing, budgets for specific tasks, management accounting and controlling, preparation of business plans, co-development and implementation of the company strategy in the field of finance.
according to the modern concept is a <i>controllershship</i>	Controller is a controllership who performs a control function by preparation of reports and interpretation of data and gears managers towards decision-making. A modern controller must be aware of the need to constantly develop, know IT tools, have communication skills allowing for dialogue with staff from other organisation departments. A role of a specialist changes from the traditional information management to human resources management and cooperation.

Source: on the basis of A. Szychta, *Rachunkowość zarządcza jako działalność zawodowa w kontekście doświadczeń zagranicznych*, „Zeszyty Teoretyczne Rachunkowości” 2011, no. 62(118), pp. 44–45.

Controlling combines long-term and short-term activities within an enterprise. Combining the controlling system and management caused that it was necessary to differentiate operating and strategic controlling:

- operating controlling deals with refining short-term objectives, budgeting and registration of results. It uses performance management

method, management by exception and method of delegation of authorisation. Controlling collects data from different departments, processes them, prepares and provides to interested persons on the strategic, tactical and operational level. Operational controlling monitors, analyses and evaluates operating costs. Its activities are closely connected with the information functions, i.e., provision of necessary information to take short-term decisions concerning the current activity of an enterprise.

- strategic controlling is a method of management through objectives which is used on the strategic level (i.e., regular and precise formulation of objectives and tasks for specific entities and next verification of their fulfilment). It results in adoption of a company strategy.

In the long-term, it provides more details to long-term plans to achieve specific strategic goals which are specified in the company strategy.

Operational controlling uses relevant management techniques. It mainly deals with day-to-day company management with the use of relevant tools and instruments. Budgeting is one of the tools.

Budgeting is one of the best forms supporting controlling provided all employees responsible for tasks are involved in the process of budgeting.

The tasks of controlling are different in different enterprises and depend on the whole organisational system. Placing the controlling function within the organisation is company-specific. In international concerns performing the controlling function is much more difficult and adopted solutions result from the scope of duties and position of organisational units within the organisation. Managing a complex enterprise requires delegating decision-taking autonomy to internal entities. The controlling tasks arise from various information needs of stakeholders on various levels of the organisation. There are organisational units on various levels of the organisation which carry out tasks specific to a given area and as part of a specific activity. These comprise tasks connected with budgeting, planning data collection and analysis, approval, verification, data, information and knowledge management and creation of different levels of detail⁴⁹.

⁴⁹ A. Sierpińska-Sawicz, *Zadania i miejsce komórki controlingu w przedsiębiorstwie*, „Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego, Ekonomia i Organizacja Gospodarki Żywnościowej” 2015, no. 112, p. 130.

Establishing goals, specific tasks and designating material and financial means and environment within the organisation ensuring proper and real process.

Controlling is perceived as a modern activity-based management system which allows for budgeting to perform its basic functions and build the company's value. Controlling is a management method which uses the management methodology output by adopting concepts which allow units to concentrate on production costs and accomplishment of objectives. Management accounting is the information base in a controller's work. Indeed, management accounting provides information to all management levels^{50, 51}.

A controller uses tools and accounting documents which he/she obtains information from. Therefore, in the literature, there is a view that management accounting and controlling use the same tools and controlling is some kind of philosophy of using information from the management accounting to actively support management.

Summary

Budgeting is embedded in the organisational structure of an enterprise and as a management method performs all its functions. Budgeting supports enterprise management on all levels of the organisational structure, aligns activities in various areas, coordinates and gears staff towards accomplishment of objectives and motivates to improve.

It is an information basis and controls activity of organisational units, thus supports management process with knowledge and information⁵².

The budgeting process is a coordination of activities within a consistent plan of activities of particular responsibility centres. Determining

⁵⁰ K. Czubakowska, *Budżetowanie w controllingu*, Gdansk 2004, pp. 16, 119, 125–126, 196.

⁵¹ G.K. Świdorska (ed.), *Controlling kosztów i rachunkowość zarządcza*, Warsaw 2017, pp. 29, 197, 452.

⁵² E. Nowak, B. Nita (ed.), *Budżetowanie w przedsiębiorstwie. Organizacja, Procedury, Zastosowanie*, Warsaw 2010, pp. 35–36.

planned quantities requires knowledge of the specifics of a given enterprise, strategic objectives and also observance of budgeting principles. Managing an enterprise through budgeting is exercised through coordination of activities aimed at settling conflicts and reconciling differences between objectives and capabilities of reaching such objectives which were set by the Management Board.

Budgeting allows enterprises to go towards strategic objectives. It is a basis for effective management on various levels of the organisation.

“Budgeting is necessary for efficient enterprise management and is a way and basis for long-term objective to build an image of an innovative enterprise.

References

- Ashby W.R., *An Introduction to Cybernetics*, London 1954.
- Chomiak-Orsa I., *Zarządzanie kapitałem relacyjnym w procesie wirtualizacji organizacji. Podejście procesowe*, Wrocław 2013.
- Chomuszko M., *Controlling procesów*, Warsaw 2015.
- Czubakowska K., *Budżetowanie w controllingu*, Gdansk 2004.
- Drury C., *Rachunek kosztów*, Warsaw 1998.
- Dylewski M., Filipiak B., Szczypa P., *Budżetowanie w przedsiębiorstwie. Aspekty rachunkowe, finansowe i zarządcze*, Warsaw 2007.
- Dźwignął H., *Wybrane elementy systemu zarządzania przedsiębiorstwem górniczym w okresie zmian restrukturyzacyjnych*, “Przegląd Organizacji” 2002, no. 7–8.
- Edvinsson L., Malone M.S., *Kapitał intelektualny. Poznaj prawdziwą wartość swego przedsiębiorstwa odnajdując jego ukryte korzenie*, Warsaw 2001.
- Fess P.E., Warren C.S., *Accounting Principles*, Cincinnati 1987.
- Garrison R.H., *Managerial Accounting. Concepts for Planning, Control, Decision Making*, Plano 1985.
- Goliszewski J., *Controlling, system koordynacji przedsiębiorstwa*, “Przegląd Organizacji” 1990, no. 8–9,
- Hadson W.J., *Intellectual Capital. How to build it, enhance it, use it*, Toronto 1993.
- Horvath P., *Controlling*, München 1994.
- Jaruga A., Nowak W.A., Szychta A., *Zarządzanie kosztami w praktyce światowej*, Gdansk 1997.

- Jaruga A., Nowak W.A., Szychta A., *Rachunkowość zarządcza. Koncepcje i zastosowanie*, Lodz 2001.
- Juchnowicz M. (ed.), *Elastyczne zarządzanie kapitałem ludzkim w organizacji wiedzy*, Warsaw 2007.
- Kasiewicz S., Rogowski W., Kicińska M., *Kapitał intelektualny*, Krakow 2006.
- Krawczyńska M., *Postrzeganie kompetencji specjalistów rachunkowości zarządczej w kontekście zmian otoczenia biznesowego przedsiębiorstw*, "Zeszyty Teoretyczne Rachunkowości" 2020, no. 107.
- Lenart A., *Informacyjne wspomaganie controllingu przez system ERP*, "Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu" 2008, no. 15.
- Leszczyński Z., Wnuk-Pel T., *Controlling w praktyce*, Gdansk 2010.
- Lisowski A., *Podstawowy algorytm zarządzania*, "Przegląd Organizacji" 2002, no. 7–8.
- Naruc W., Nowak J., Wieloch M., *Operacyjne planowanie finansowe*, Warsaw 2008.
- Niedzielska E. (ed.), *Informatyka ekonomiczna*, Wroclaw 1998.
- Nita B., *Sprawozdawczość zarządcza. Analizy i raporty wewnętrzne w controllingu*, Warsaw 2014.
- Nita B., *Rachunkowość w zarządzaniu strategicznym przedsiębiorstwem*, Krakow 2008.
- Nowak E. (ed.), *Budżetowanie kosztów*, Gdansk 1999.
- Nowak E., *Metody ilościowe w rachunku kosztów przedsiębiorstwa*, "Zarządzanie i Finanse Journal of Management and Finance" 2015, no. 13(4).
- Nowak E., Nita B. (ed), *Budżetowanie w przedsiębiorstwie. Organizacja, Procedury, Zastosowanie*, Warsaw 2010.
- Nowosielski S., *Controlling w globalnym przedsiębiorstwie. Przestanki i problemy konstruowania i działania*, "Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu" 2008, no. 15.
- Rybak M. (ed.), *Kapitał ludzki a konkurencyjność przedsiębiorstwa*, Warsaw 2003.
- Sierpińska M., Niedbała B., *Controlling operacyjny w przedsiębiorstwie*, Warsaw 2003.
- Sierpińska-Sawicz A., *Zadania i miejsce komórki controllingu w przedsiębiorstwie*, "Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego, Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej" 2015, no. 112.
- Nowoczesny controlling, budżetowanie, planowanie i finanse*, <https://solemis.com/rozwiązania/controlling-i-analiza-finansowa/>, [dostęp: 15.02.2021].
- Stefanowicz B., *Informacja. Wiedza. Mądrość*, Warsaw 2013.
- Szychta A., *Rachunkowość zarządcza jako działalność zawodowa w kontekście doświadczeń zagranicznych*, "Zeszyty Teoretyczne Rachunkowości" 2011, vol. 62(118).

- Świdarska G.K. (ed.), *Controlling kosztów i rachunkowość zarządcza*, Warsaw 2017.
- Vollmuth H.J., *Controlling. Planowanie, kontrola, kierowanie*, Warsaw 2007.
- Wiener N., *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*, New York–London 1961.
- Wnuk-Pel T., *Zastosowanie rachunku kosztów działań w przedsiębiorstwach w Polsce*, Łódź 2012.
- Zyznarska-Dworczak B., *Jak zarządzać kosztami w przedsiębiorstwie*, Warsaw 2012.
-

Author's biogram

Anna Bajus – od 1998 roku pracuje w KGHM Polska Miedź S.A. i specjalizuje się w zagadnieniach obejmujących górnictwo, ze szczególnym uwzględnieniem analizy kosztów, rozliczania kosztów, budżetowania kosztów oraz raportowania. Codzienna praca jest ściśle powiązana z przetwarzaniem, przygotowywaniem, monitorowaniem i dostarczaniem zasobów informacji i wiedzy do osób na szczeblu strategicznym, finansowym i operacyjnym.

Anna Bajus – since 1998 she has been working at KGHM Polska Miedź S.A. and specializes in mining issues with with particular emphasis on cost analysis, cost accounting, budgeting and reporting. Everyday work is about data processing, data preparation, data monitoring and providing information and knowledge resources to managers at strategic, financial and operational levels.

Artur Rogacki

Uniwersytet Wrocławski

KGHM Polska Miedź S.A. O/ZG „Lubin”

ORCID: 0000-0002-5348-9538

Dokumentacja prowadzenia ruchu podziemnego zakładu górniczego w oddziałach Działu Energomechanicznego ds. Maszyn Dołowych

Streszczenie: Dokumentacja prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych stanowi bardzo obszerne zagadnienie. Na podstawie przepisów prawa geologicznego i górniczego obowiązkami dokumentowania prowadzenia ruchu podziemnego zakładu górniczego w większości obciążony jest kierownik ruchu zakładu górniczego. Jednak kierownik ruchu zakładu górniczego może, w myśl prawa, scedować niektóre obowiązki na podległe osoby kierownictwa i dozoru ruchu zakładu górniczego.

Celem artykułu jest próba przedstawienia dokumentacji prowadzenia ruchu podziemnego zakładu górniczego, tworzonych, przechowywanych i wykorzystywanych w oddziałach eksploatacji maszyn dołowych podległych kierownikowi Działu Energomechanicznego ds. Maszyn Dołowych. Z uwagi na to, że artykuł ma charakter prawniczy, do analizy wykorzystano następujące metody badania: dogmatyczno-prawną oraz prawno-empiryczną.

Słowa kluczowe: dokumentacja, ruch zakładu górniczego, prowadzenie ruchu, podziemny zakład górnicy, Dział Energomechaniczny ds. Maszyn Dołowych, maszyny górnicze

DOCUMENTATION OF RUNNING THE UNDERGROUND MINING PLANT IN THE BRANCHES OF THE ENERGOMECHANICAL DEPARTMENT FOR DOWNHOLE MACHINES

Abstract: The documentation of the operation of underground mining plants is a very extensive issue. Pursuant to the provisions of the geological and mining law, the duties of documenting the operation of an underground mining plant are mostly the responsibility of the manager of the mining plant operations. However, the manager of the mining plant operations may, in accordance with the law, delegate certain duties to subordinate persons of the management and supervision of the mining plant operations.

The aim of the article is an attempt to present the documentation of the operation of the underground mining plant created, stored and used in the mining machinery exploitation departments subordinate to the Head of the Energy-mechanical Department for Underground Machines. Due to the fact that the article is legal in nature, the methods of dogmatic-legal and legal-empirical research were used for the analysis.

Keywords: documentation, mining plant operations, operation management, underground mining plant, Energy-mechanical Department for Underground Machines, mining machines

Wstęp

Ruch podziemnego zakładu górniczego musi być realizowany zgodnie z przepisami prawa geologicznego i górniczego, w szczególności według rozporządzenia Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych¹ (zwanego dalej rozp.prow.ruchu p.z.g). Na podstawie § 7 ust. 1 omawianego rozporządzenia ruch zakładu górniczego jest organizowany i prowadzony przez kierownika ruchu zakładu górniczego. Według § 8 rozp.prow.ruchu p.z.g. kierownik ruchu zakładu górniczego może wykonywać swoje obowiązki przy pomocy podległych mu osób kierownictwa i dozoru ruchu zakładu górniczego. Tak więc w praktyce ruchem kieruje kierownik ruchu zakładu górniczego, który deleguje swoje uprawnienia na osoby kierownictwa poszczególnych działów i osoby dozoru ruchu zatrudnione w tych działach. Jednym z ważniejszych

¹ Dz.U. z 2017 poz. 1118 ze zm.

działów podziemnego zakładu górniczego eksploatującego kopaliny inne niż węgiel kamienny jest dział energomechaniczny ds. maszyn dołowych.

Celem artykułu jest przedstawienie dokumentacji prowadzenia ruchu podziemnego zakładu górniczego wynikającej z obowiązujących przepisów prawa, a sporządzanej w dziale energomechanicznym ds. maszyn dołowych. Artykuł nie obejmuje innej dokumentacji wymaganej przez kierownika ruchu zakładu górniczego lub kierownika omawianego działu, chociaż zasygnalizowano istnienie takich dokumentów.

Rodzaje dokumentacji prowadzenia ruchu podziemnego zakładu górniczego w Dziale Energomechanicznym ds. Maszyn Dołowych

Na podstawie art. 117 pkt. 5 ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze² (zwanej dalej u.p.g.g.) przedsiębiorca jest obowiązany posiadać i odpowiednio przechowywać dokumentację prowadzenia ruchu zakładu górniczego. Dokumentacja to „zbiór dokumentów ustanowiony ze względu na wspólny temat, np. dotyczący danego obiektu, problemu lub zadania”³. Według Roberta Degen, dokumentację można traktować jako zbiór dokumentów, rozumianych jako informacje utrwalone na jakimkolwiek nośniku⁴. Przyznać należy, jak sugeruje H. Schwarz, że w pojęciu dokumentacji prowadzenia ruchu zakładu górniczego mieszczą się wszystkie dokumenty dotyczące ruchu tego zakładu⁵. Dokumenty z jakimi możemy mieć do czynienia występują w formie:

- pisanej,
- obrazowej,
- mieszanej,
- cyfrowej (elektronicznej).

² Dz.U. z 2022 r. poz. 1072 t.j.

³ B. Bojar, *Słownik encyklopedyczny informacji, języków i systemów informacyjno-wyszukiwawczych*, Warszawa 2002, s. 51.

⁴ R. Degen, *Dokumentacja i jej podział*, [w:] *Współczesna dokumentacja urzędowa (Biblioteka Zarządcy Dokumentacji, t. 2)*, H. Robótka (red.), Toruń 2011, s. 11–33.

⁵ H. Schwarz, *Prawo geologiczne i górnicze. Komentarz tom II*, Wrocław 2016, s. 165.

Ze względu na typy współczesną dokumentację można podzielić na:

- aktową/ biurową/ administracyjną (ogólną, prawno-normatywną, osobową, finansowo-księgową),
- geodezyjno-kartograficzną,
- techniczną.

Dokumentacja prowadzenia ruchu zakładu górniczego, zgodnie z § 4 ust. 1 rozp.prow.ruchu p.z.g., jest sporządzana, uzupełniana i aktualizowana w zakładzie prowadzącym ruch. W zakładach górniczych wydobywających węgiel kamienny rodzaje dokumentacji, jej zakres i wzory określono w załączniku nr 1 do przywołanego rozporządzenia. W innych zakładach górniczych dokumentację prowadzi się według zasad określonych przez kierownika ruchu zakładu górniczego, który określa jej zakres i wzory stosując odpowiednio przepisy załącznika wspomnianego wyżej, z uwzględnieniem specyfiki prowadzonych robót górniczych. Przepisy rozporządzenia przewidują i dopuszczają sporządzanie, uzupełnianie i aktualizowanie dokumentacji prowadzenia ruchu zakładu górniczego z wykorzystaniem elektronicznych metod przetwarzania informacji, za zgodą kierownika ruchu zakładu górniczego i na zasadach przez niego określonych.

Dokumentację prowadzoną w dziale energomechanicznym ds. maszyn dołowych można podzielić na:

- dokumentację osobową,
- dokumentację eksploatowanych maszyn, urządzeń i instalacji,
- dokumentację użytkowanej infrastruktury (obiektów),
- dokumentację wykonywanych prac,
- regulaminy, technologie i instrukcje.

Dokumentacja osobowa (pracowników podległych i innych osób przebywających w oddziale)

Dokumentacja osobowa obejmuje wszystkie dokumenty pracowników własnych, wybrane dokumenty pracowników podmiotów wykonujących czynności w ruchu zakładu górniczego oraz osób niezatrudnionych w ruchu zakładu górniczego. Do dokumentacji osobowej pracowników własnych należy zaliczyć:

- orzeczenia lekarskie o braku przeciwwskazań do pracy na danym stanowisku,
- orzeczenia psychologiczne,
- potwierdzenia odbycia szkoleń BHP,
- potwierdzenia odbywania szkoleń tygodniowych,
- świadectwa kwalifikacji,
- certyfikaty i świadectwa ukończonych kursów,
- świadectwa kwalifikacji i wydane upoważnienia do obsługi maszyn urządzeń i instalacji,
- wykazy upoważnionych,
- potwierdzenia zapoznania,
- zakresy czynności,
- dokumenty dotyczące ochrony danych osobowych,
- dokumentację innych osób,

Do dokumentacji osobowej pracowników podmiotów wykonujących czynności w ruchu zakładu górniczego należy zaliczyć wszelkie wymagane potwierdzenia przeszkolenia tych pracowników. Do dokumentacji osobowej osób niezatrudnionych w ruchu zakładu górniczego należy zaliczyć zgody na zjazd tych osób do wyrobisk podziemnych zakładów górniczych.

Orzeczenia lekarskie z badań wstępnych, okresowych i kontrolnych

Na podstawie art. 211 ustawy z dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeks pracy⁶ (zwanej dalej KP) przestrzeganie przepisów i zasad bezpieczeństwa i higieny pracy jest podstawowym obowiązkiem pracownika. Pracownik jest obowiązany w szczególności poddawać się wstępnym, okresowym i kontrolnym oraz innym zaleconym badaniom lekarskim, a także stosować się do wskazań lekarskich.

Stosownie do odpowiednich paragrafów (§ 4, 4a, 7) art. 229 KP wstępne, okresowe i kontrolne badania lekarskie przeprowadza się na podstawie

⁶ Dz.U. z 2020 r. poz. 1320 ze zm. t.j.

skierowania wydanego przez pracodawcę. Pracodawca nie może dopuścić do pracy pracownika bez aktualnego orzeczenia lekarskiego stwierdzającego brak przeciwwskazań do pracy na określonym stanowisku, w warunkach pracy opisanych w skierowaniu na badania lekarskie. Pracodawca ma obowiązek przechowywania orzeczenia wydanego na podstawie badań lekarskich wraz ze skierowaniem na te badania. Wzór orzeczenia lekarskiego oraz skierowania na badanie określa rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 30 maja 1996 r. w sprawie przeprowadzania badań lekarskich pracowników, zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych do celów przewidzianych w Kodeksie pracy⁷.

W dokumentacji powinny zatem znaleźć się aktualne orzeczenia lekarskie stwierdzające brak przeciwwskazań do pracy w warunkach pracy opisanych w skierowaniach na badania lekarskie oraz skierowania na badania będące podstawą wydania tych orzeczeń.

Orzeczenia psychologiczne

Przy wykonywaniu niektórych zawodów lub czynności wymagane są szczególne predyspozycje psychiczne od pracowników, którzy je wykonują. Predyspozycje te są oceniane przy pomocy badań psychologicznych. Również ocena stanu zdrowia pracowników zatrudnionych w warunkach narażenia na niektóre czynniki szkodliwe i uciążliwe wymaga przeprowadzenia badania nie tylko przez uprawnionego lekarza, lecz także konsultacji specjalistów różnych dziedzin medycyny oraz psychologa. Badania te wykonywane są na zlecenie lekarza przeprowadzającego badania profilaktyczne⁸.

⁷ Dz.U. z 2016 r. poz. 2067 ze zm. t.j.

⁸ M. Waszkowska, E. Wągrowaska-Koski, *Zasady dobrej praktyki badań psychologicznych dla potrzeb służby medycyny pracy*, „Medycyna Pracy” 2011, nr 62(5), s. 527–536; M. Waszkowska, A. Wężyk, *Badania psychologiczne w służbie medycyny pracy – regulacje prawne: część I*, „Medycyna Pracy” 2018, nr 69(5), s. 561–572; M. Waszkowska, A. Wężyk, *Badania psychologiczne w służbie medycyny pracy – regulacje prawne: część II*, „Medycyna Pracy” 2018, nr 69(6), s. 673–684.

Przepisy prawa geologicznego i górniczego wymagają od osób wykonujących niektóre czynności w ruchu podziemnego zakładu górniczego posiadania aktualnego orzeczenia psychologicznego. Na podstawie art. 56 u.p.g.g. wykonywanie czynności operatora maszyn do robót strzałowych, pojazdów do przewozu osób lub środków strzałowych pod ziemią oraz elektromontera maszyn i urządzeń elektrycznych pod ziemią wymaga posiadania aktualnego orzeczenia psychologicznego, wydawanego na podstawie wyniku badań psychologicznych prowadzonych w ramach służby medycyny pracy. Orzeczenie psychologiczne powinno posiadać stwierdzenie o braku przeciwwskazań psychologicznych do pracy na danym stanowisku. Orzeczenie jest czasowe i powinno wskazywać termin następnego badania kontrolnego. Wzór orzeczenia psychologicznego, jak i wzór skierowania na badanie psychologiczne zamieszczony jest w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 14 lipca 2010 r. w sprawie rodzajów dokumentacji badań i orzeczeń psychologicznych, sposobu jej prowadzenia, przechowywania i udostępniania oraz wzorów stosowanych dokumentów⁹.

Dokumentacja szkoleń bezpieczeństwa i higieny pracy

Pracownicy podziemnych zakładów górniczych, tak jak wszyscy pracownicy, zgodnie z przepisami prawa pracy, podlegają wstępnym i okresowym szkoleniom z bezpieczeństwa i higieny pracy. Podstawę szkolenia stanowi art. 237³ § 2 KP, w którym pracodawca jest obowiązany zapewnić przeszkolenie pracownika w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy przed dopuszczeniem go do pracy oraz prowadzenie okresowych szkoleń w tym zakresie.

Zgodnie z § 6 i 7 rozporządzenia Ministra Gospodarki i Pracy z 27 lipca 2004 r. w sprawie szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy¹⁰ (zwane dalej rozp.szkol.bhp), szkolenie jest prowadzone jako wstępne i okresowe, na podstawie programów szkoleń opracowanych przez pracodawcę lub jednostkę szkolącą w porozumieniu z pracodawcą. Programy

⁹ Dz.U. 2010 Nr 131 poz. 888 ze zm

¹⁰ Dz.U. 2004 Nr 180 poz. 1860 ze zm.

szkolenia, na podstawie których były prowadzone aktualne szkolenia pracowników, powinny być przechowywane przez pracodawców.

Cele, jakie powinny spełniać szkolenia to zapoznanie pracownika z czynnikami środowiska pracy, na jakie jest on narażony na swoim stanowisku, omówienie zagrożeń oraz środków zapobiegawczych i działań, które mogą te zagrożenia ograniczać czy wręcz eliminować. Celem szkoleń jest również zapoznanie pracowników z przepisami i zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy. Szkolenie z zakresu BHP powinno także wyrobić w pracowniku umiejętność bezpiecznego wykonywania pracy. Niezbędne jest również nabycie umiejętności działania w sytuacjach awaryjnych, zagrożenia i okolicznościach, kiedy niezbędne będzie udzielenie pierwszej pomocy przedlekarskiej w razie wypadku¹¹.

Szkolenie wstępne jest przeprowadzane w formie instruktażu według programów opracowanych dla poszczególnych grup stanowisk i obejmuje:

- 1) szkolenie wstępne ogólne, zwane dalej instruktażem ogólnym,
- 2) szkolenie wstępne na stanowisku pracy, zwane dalej instruktażem stanowiskowym.

Potwierdzeniem przeprowadzenia szkolenia wstępnego jest wypełniona i przechowywana w aktach osobowych pracownika karta szkolenia wstępnego w dziedzinie BHP, według wzoru zamieszczonego w załączniku nr 2 do rozp.szkol.bhp. Na karcie szkolony pracownik składa podpis, który stanowi potwierdzenie przeprowadzenia szkolenia wstępnego (instruktażu ogólnego i stanowiskowego).

Szkolenie okresowe ma na celu aktualizację i ugruntowanie wiedzy i umiejętności w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy oraz zaznajomienie uczestników szkolenia z nowymi rozwiązaniami techniczno-organizacyjnymi w tym zakresie. Szkolenie okresowe pracowników zatrudnionych na stanowiskach robotniczych przeprowadza się w formie instruktażu. Szkolenie okresowe osób pozostałych powinno być przeprowadzane w formie kursu, seminarium lub samokształcenia kierowanego. Zgodnie z art. 112 u.p.g.g. szkolenie osób kierownictwa i dozoru ruchu

¹¹ A. Gembalska-Kwiecień, *Szkolenia z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy na przykładzie wybranej kopalni węgla kamiennego w ocenie pracowników*, „Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji” 2018, nr 7, s. 32–39.

oraz osób wykonujących czynności specjalistyczne w ruchu zakładu górniczego odbywa się na podstawie programów szkolenia zatwierdzonych w drodze decyzji przez organ nadzoru górniczego.

Szkolenie okresowe kończy się egzaminem sprawdzającym przyswojenie przez uczestnika szkolenia wiedzy objętej programem szkolenia oraz umiejętności wykonywania lub organizowania pracy zgodnie z przepisami i zasadami BHP, przeprowadzonym przed komisją powołaną przez organizatora szkolenia. Ukończenie szkolenia okresowego z BHP z wynikiem pozytywnym jest potwierdzane przez organizatora szkolenia wydaniem imiennego zaświadczenia o ukończeniu szkolenia, zgodnie ze wzorem określonym w załączniku nr 3 do rozp.szkol.bhp. Oryginał zaświadczenia otrzymuje pracownik, a kopia stanowi potwierdzenie odbytego szkolenia okresowego i jest przechowywana w dokumentacji osobowej pracownika.

Specyfika pracy w podziemnych zakładach górniczych wymaga zatrudniania pracowników na kilku stanowiskach pracy. Odnosi się do tego też rozp.prow.ruchu p.z.g. Zgodnie z § 19 tego rozporządzenia wykonywanie pracy na nowym stanowisku przez pracownika jest dopuszczalne po odbyciu instruktażu stanowiskowego. Ponadto pracownik, którego nieobecność w pracy trwała dłużej niż 6 miesięcy, musi odbyć instruktaż stanowiskowy przed przystąpieniem do pracy. Instruktaż stanowiskowy prowadzą osoby dozoru ruchu zakładu górniczego nadzorujące prace oraz przeszkolone w zakresie metod prowadzenia instruktażu stanowiskowego. W przywołanym rozporządzeniu w zał. nr 1 (Rodzaje, zakres i wzory dokumentacji prowadzenia ruchu zakładu górniczego) w pkt 14 wprowadzono dokumentację przeszkolenia na stanowiskach pracy: książkę instruktaży stanowiskowych, którą należy prowadzić według wzoru nr 33 zamieszczonego w tym załączniku.

Dokumentacja szkoleń tygodniowych (wtorkowych)

Ponad minimalny wymagany prawem zakres szkoleń BHP, odpowiedzialny pracodawca, chcąc zwiększyć kulturę bezpieczeństwa i świadomość pracowników, organizuje dodatkowe szkolenia z zakresu organizacji oraz

bezpieczeństwa i higieny pracy. Powszechnie przyjętą metodą szkoleń w podziemnych zakładach górniczych stały się szkolenia tygodniowe¹². Są to szkolenia w wybrany dzień tygodnia na początku zmiany, przed rozpoczęciem pracy. W czasie kilkunastu minut pracownicy zapoznawani są z bieżącymi tematami przygotowanymi przez kierownictwo zakładu górniczego. Potwierdzeniem odbytego szkolenia jest złożenie przez pracownika podpisu na liście tworzącej książkę szkoleń tygodniowych.

Świadectwa kwalifikacji kierownika działu i osób dozoru ruchu

Nieodzownym elementem wykonywania niektórych zawodów jest posiadanie kwalifikacji¹³. Jak twierdzi Józef Orczyk „posiadanie kwalifikacji wskazuje na istnienie pewnego potencjału ukształtowanego zgodnie z przyjętymi w danej społeczności standardami do realizacji ważnych dla niej prac”¹⁴.

Zgodnie z art. 53 ust. 1 u.p.g.g., osoby wykonujące czynności kierownika i zastępcy kierownika działu ruchu zakładu górniczego w wyższym dozorze ruchu zakładu górniczego oraz w dozorze ruchu podziemnego zakładu górniczego są obowiązane posiadać kwalifikacje określone ustawą. Dalej ustawa wskazuje, że wykonywanie tych czynności, wymaga posiadania kwalifikacji w zakresie przygotowania zawodowego oraz doświadczenia zawodowego, ponadto wymaga stwierdzenia posiadania kwalifikacji do wykonywania tych czynności, w drodze świadectwa wydanego przez dyrektora okręgowego urzędu górniczego.

Według przepisu art. 61 ust. 1 stwierdzenie posiadania kwalifikacji, o których mowa wyżej następuje na wniosek osoby ubiegającej się o stwierdzenie posiadania kwalifikacji, zwanej dalej „kandydatem”, po

¹² M. Kapusta, *Ocena i analiza metod szkoleń bhp dla pracowników kopalń*, „Przeгляд Górniczy” 2018, s. 64–69.

¹³ P. Wojtulek, T. Kocowski, W. Małecki, *Prawo geologiczne i górnicze*, Warszawa 2020, s. 175.

¹⁴ J. Orczyk, *Wokół pojęć kwalifikacji i kompetencji*, „Zarządzanie Zasobami Ludzkimi” 2009, nr 3–4(68–69), s. 21.

przeprowadzeniu egzaminu. Organ właściwy do stwierdzenia posiadania kwalifikacji dopuszcza kandydata do egzaminu po ustaleniu, że kandydat posiada wymagane kwalifikacje w zakresie przygotowania zawodowego oraz kwalifikacje w zakresie doświadczenia zawodowego. Podczas egzaminu sprawdzeniu podlega posiadanie przez kandydata wymaganych kwalifikacji w zakresie przygotowania zawodowego. Po pozytywnym zdaniu egzaminu dyrektor okręgowego urzędu górniczego wystawia świadectwo stwierdzające posiadanie kwalifikacji. Wzór świadectwa określony został w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 2 sierpnia 2016 r. w sprawie kwalifikacji w zakresie górnictwa i ratownictwa górniczego¹⁵.

Wykaz osób, u których stwierdzono posiadanie kwalifikacji zamieszcza się i aktualizuje na stronach Biuletynu Informacji Publicznej urzędów obsługujących organy właściwe do stwierdzenia ich posiadania

Zaświadczenia i certyfikaty ukończonych kursów specjalistycznych

Przepisy prawa geologicznego i górniczego wymagają od pracowników podziemnych zakładów górniczych różnego rodzaju szkoleń zewnętrznych, tzn. realizowanych przez jednostki szkolące, lub wewnętrznych, tj. wykonywanych we własnym zakresie przez osoby kierownictwa i dozoru ruchu zakładu górniczego, wyznaczone przez kierownika ruchu zakładu górniczego. Ukończenie szkolenia zewnętrznego potwierdzone jest odpowiednim certyfikatem lub świadectwem. Szkolenia wewnętrzne potwierdzone są złożeniem podpisu przez osobę szkoloną na liście przechowywanej w dokumentacji działu przeprowadzającego szkolenie.

Do szkoleń zewnętrznych należy specjalistyczny kurs, o którym mowa w § 17 rozp.prow.ruchu p.z.g. Według tej regulacji osoby kierownictwa i dozoru ruchu zakładu górniczego, których zakres czynności obejmuje sprawy dotyczące: 1) techniki strzałowej; 2) przewietrzania i zwalczania zagrożeń: wybuchem pyłu węglowego, pożarowego, metanowego, wyrzutami gazów i skał, tąpniętami; 3) podsadzania wyrobisk górniczych;

¹⁵ Dz.U. 2016 poz. 1229.

4) ruchu wyciągów szybowych, wykonują pracę po ukończeniu odpowiedniego specjalistycznego kursu, powtarzanego co 5 lat.

Do szkoleń wewnętrznych trzeba zaliczyć szkolenia przeciwpożarowe, tzw. „gry pożarowe”. Są to szkolenia przeprowadzane przez osoby wyższego dozoru ruchu działu wentylacji. Na szkoleniach omawiane są bieżące informacje o układzie wentylacji (przebiegu powietrza) w wyrobiskach podziemnych zakładów górniczych oraz wprowadzane zmiany, wytyczone drogi ucieczkowe¹⁶ i korzystanie z aparatu ucieczkowego. Zgodnie z § 474 pracowników szkoli się nie rzadziej niż raz na 6 miesięcy w zakresie:

- zagrożenia pożarowego;
- zasad zachowania się podczas pożaru;
- sposobów gaszenia pożarów;
- posługiwania się urządzeniami przeciwpożarowymi i gaśnicami.

Z tym samym czasookresem, w myśl § 475 ust. 4, pracowników wykonujących pracę w oddziałach górniczych zapoznaje się z drogami uciezkowymi.

Na podstawie § 496 rozp.prow.ruchu p.z.g osoby wyposażane w uciezkowy sprzęt ochrony układu oddechowego szkoli się teoretycznie i praktycznie w zakresie posługiwania się tym sprzętem.

Do takich szkoleń należy też przeszkolenie z zagrożenia wodnego. W myśl § 452 rozp.prow.ruchu p.z.g pracowników przebywających w rejonach zaliczonych do II albo III stopnia zagrożenia wodnego szkoli się na temat zagrożenia wodnego, w tym w zakresie sygnalizacji alarmowej oraz dróg uciezkowych, sposobu i kierunku wycofywania się w przypadku wdarcia się wody lub mieszaniny wody z luźnym materiałem skalnym.

Zgodnie z § 460, pracowników przebywających w wyrobiskach zagrożonych wdarciem się wody lub mieszaniny wody z luźnym materiałem skalnym szkoli się w zakresie sposobu zamykania tam wodnych mających drzwi.

Według § 229, pracowników zatrudnionych na stanowiskach pracy, na których występuje zagrożenie pyłami wyposaża się w odpowiednie środki ochrony indywidualnej dróg oddechowych dostosowane do wielkości występującego zagrożenia i spełniające wymagania oceny zgodności oraz szkoli się w zakresie zasad stosowania tych środków.

¹⁶ A. Grodzicka, D. Musioł, *Ewakuacja górników drogami uciezkowymi – wybrane wyniki badań ankietowych*, „Górnictwo i Geologia” 2013, T. 8, z. 1, s. 41–52.

Według pkt 4.3.4. załącznika nr 3 do rozp.prow.ruchu p.z.g. osoby wykonujące pracę na stanowiskach pracy zaliczonych do I albo II stopnia zagrożenia klimatycznego podlegają obowiązkowi przeszkolenia w zakresie zagrożeń wynikających z pracy w podwyższonej temperaturze.

Świadectwa kwalifikacji i upoważnienia do obsługi i użytkowania maszyn, urządzeń i instalacji

Jak określono w art. 237³ § 1 KP, nie wolno dopuścić pracownika do pracy, do której wykonywania nie posiada on wymaganych kwalifikacji lub potrzebnych umiejętności, a także dostatecznej znajomości przepisów oraz zasad bezpieczeństwa i higieny pracy. Jest to szczególnie ważne w stosunku do operatorów maszyn, urządzeń i instalacji eksploatowanych w podziemnych zakładach górniczych.

Według innego przepisu prawa pracy tj. rozp.szkol.bhp, a szczególnie § 2 ust. 1, pracodawca zapewnia pracownikowi odbycie odpowiedniego do rodzaju wykonywanej pracy szkolenia, w tym przekazanie mu informacji i instrukcji dotyczących zajmowanego stanowiska pracy lub wykonywanej pracy.

Na podstawie § 510 ust. 1 rozp.prow.ruchu p.z.g. obsługę maszyn, urządzeń i instalacji powierza się osobom posiadającym upoważnienia do obsługi danego typu maszyn, urządzeń lub instalacji, wydane przez kierownika ruchu zakładu górniczego na podstawie udokumentowanych uprawnień i kwalifikacji. Osoby obsługujące mają obowiązek posiadania przy sobie dokumentu potwierdzającego upoważnienie do obsługi tych maszyn, urządzeń lub instalacji.

Wykazy osób upoważnionych

Z uwagi na bezpieczeństwo osób zatrudnionych nie wszystkie miejsca w zakładach pracy są dostępne dla wszystkich. Taką sytuację przewiduje również rozp.prow.ruchu p.z.g. Według § 514 pomieszczenia ruchu zakładu górniczego, w których są zainstalowane maszyny, urządzenia oraz

instalacje elektroenergetyczne, klasyfikuje się ze względu na możliwość dostępu do nich osób postronnych jako pomieszczenia:

- zamknięte,
- otwarte,
- ogólnie dostępne.

Klasyfikacja tych pomieszczeń, sposoby zabezpieczenia wejść do nich oraz wykaz osób upoważnionych do przebywania w pomieszczeniach zamkniętych są określane przez kierownika działu energomechanicznego zakładu górniczego.

Potwierdzenie zapoznania pracowników z dokumentami

Przepisy prawa pracy, jak i przepisy prawa geologicznego i górnictwa wymagają zapoznania pracowników z odpowiednimi dokumentami wymaganymi w dziale i zakładzie. Zapoznanie pracowników z tymi dokumentami powinno zostać potwierdzone przez pracownika złożeniem podpisu na liście osób zapoznanych z danym dokumentem. Do dokumentów tych należą:

- regulaminy,
- technologie,
- instrukcje stanowiskowe,
- karty oceny ryzyka zawodowego,
- dokument bezpieczeństwa,
- karty charakterystyk substancji niebezpiecznych i szkodliwych.

Obowiązek ten wynika wprost z poniższych aktów normatywnych:

Kodeks pracy: art. 237⁴; rozporządzenie Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych: § 6, § 14.

Zgodnie z art. 237⁴ KP pracodawca jest zobowiązany zaznajamiać pracowników z przepisami i zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy dotyczącymi wykonywanych przez nich prac. Pracodawca jest obowiązany wydawać szczegółowe instrukcje i wskazówki dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy na stanowiskach pracy. Pracownik jest obowiązany

potwierdzić na piśmie zapoznanie się z przepisami oraz zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy.

Na podstawie § 6 rozp.prow.ruchu p.z.g. przedsiębiorca przed rozpoczęciem prac sporządza dla zakładu górniczego dokument bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników, zwany dalej „dokumentem bezpieczeństwa”. Kierownik ruchu zakładu górniczego zapoznaje pracowników zakładu górniczego oraz pracowników podmiotów wykonujących czynności w ruchu zakładu górniczego z dokumentem bezpieczeństwa lub jego częścią właściwą dla danej grupy pracowników, w szczególności z oceną ryzyka zawodowego oraz stosowania niezbędnych rozwiązań zmniejszających to ryzyko. Zapoznanie się z dokumentem bezpieczeństwa lub jego częścią pracownik potwierdza na piśmie.

Stosownie do § 14 rozp.prow.ruchu p.z.g. regulaminy, technologie i instrukcje sporządzane na podstawie przepisów rozporządzenia oraz innych przepisów dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy są udostępniane pracownikom w sposób określony przez kierownika ruchu zakładu górniczego. Pracownicy są zapoznawani z treścią dokumentów, o których mowa wyżej oraz wykonują pracę zgodnie z jej ustaleniami.

Zakresy czynności

Na podstawie art. 94 pracodawca jest zobowiązany zaznaczać pracowników podejmujących pracę z zakresem ich obowiązków, sposobem wykonywania pracy na wyznaczonych stanowiskach oraz ich podstawowymi uprawnieniami. Bardzo często zakres obowiązków, a właściwie zakres czynności, jest wprowadzany przez pracodawcę na piśmie. Celem zakresu czynności jest uszczegółowienie pracy wskazanej w umowie. Kodeks pracy nie zna pojęcia zakresu czynności¹⁷. Pojęcie to można znaleźć w rozporządzeniu Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 10 grudnia 2018 r. w sprawie dokumentacji pracowniczej¹⁸.

¹⁷ A. Piszczek, *Odrębności podporządkowania pracownika w nietypowych umowach stosunkach pracy*, Łódź 2016, s. 66.

¹⁸ Dz.U. 2018 poz. 2369.

Bardziej rygorystycznie zakres obowiązków przedstawiony jest w prawie geologicznym i górniczym. Na podstawie § 10 rozp.prow.ruchu p.z.g. dla osób kierownictwa i dozoru ruchu sporządzane są zakresy czynności, szczegółowo określające ich obowiązki, uprawnienia i zakres odpowiedzialności. Wymienione wyżej zakresy sporządzane są przez przełożonych, a zatwierdzone przez kierownika ruchu zakładu górniczego. Osoba, której doręczono zakres czynności potwierdza pisemnie jego odbiór. W zakresach czynności ujmuje się prawa i obowiązki pracownika wynikające z prawa geologicznego i górniczego oraz z prawa pracy.

Ochrona danych osobowych

Na podstawie art. 22^{1b} § 3 KP do przetwarzania danych osobowych mogą być dopuszczone wyłącznie osoby posiadające pisemne upoważnienie do przetwarzania takich danych, wydane przez pracodawcę. Osoby dopuszczone do przetwarzania takich danych są zobowiązane do zachowania ich w tajemnicy.

Dokumentacja innych osób

Osoba zarządzająca pracownikami w imieniu pracodawcy oprócz pracowników własnych ma także obowiązki wynikające z obecności innych osób. Na podstawie § 2 ust. 2 rozporządzenia Ministra Gospodarki i Pracy z 27 lipca 2004 r., w sprawie szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy w razie wykonywania pracy na terenie zakładu pracy pracodawcy przez pracownika innego pracodawcy, pracodawca zapewnia poinformowanie tego pracownika o zagrożeniach dla bezpieczeństwa i zdrowia podczas pracy na tym terenie. Uzyskanie tych informacji pracownik potwierdza podpisem.

Natomiast według § 6 ust. 4 i 5 rozp.prow.ruchu p.z.g., kierownik ruchu zakładu górniczego zapoznaje pracowników zakładu górniczego oraz pracowników podmiotów wykonujących czynności w ruchu zakładu górniczego z dokumentem bezpieczeństwa lub jego częścią właściwą dla

danej grupy pracowników, w szczególności z oceną ryzyka zawodowego oraz stosowania niezbędnych rozwiązań zmniejszających to ryzyko. Zapoznanie się z dokumentem bezpieczeństwa lub jego częścią pracownik potwierdza na piśmie.

Zdarza się czasem, że do wyrobisk podziemnych zakładów górniczych zamierzają udać się pracownicy innych przedsiębiorstw lub inne osoby. W takiej sytuacji, zgodnie z § 23 rozp.prow.ruchu p.z.g., przebywanie w wyrobiskach osób niezatrudnionych w ruchu zakładu górniczego jest dopuszczalne wyłącznie za zgodą kierownika ruchu zakładu górniczego i w obecności wyznaczonego pracownika zakładu górniczego. Zgoda taka udzielana jest na piśmie na wniosku kierownika działu.

Podsumowanie

Jak wynika z przedstawionego materiału dokumentacja prowadzenia ruchu podziemnego zakładu górniczego w oddziałach działu energomechanicznego ds. maszyn dołowych stanowi bardzo obszerne zagadnienie. Zapewne część z tych dokumentów prowadzona jest również w innych działach podziemnych zakładów górniczych. W niniejszym opracowaniu, ze względu na ograniczenia objętościowe publikacji, została omówiona tylko część osobowa dokumentacji.

Z uwagi na obszerność zagadnienia wskazane jest prowadzenie dalszych badań w tym kierunku. W kolejnych pracach przedstawione będą następne rozważania badawcze dotyczące dokumentów prowadzenia ruchu podziemnego zakładu górniczego w oddziałach Działu Energo-mechanicznego ds. Maszyn Dołowych. Należą do nich: dokumentacja eksploatowanych maszyn, urządzeń i instalacji, dokumentacja użytkowanej infrastruktury (obiektów), dokumentacja wykonywanych prac, regulaminy, technologie i instrukcje.

Bibliografia

Akty prawne

- Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczególnych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych (Dz.U. 2017 poz. 1118 ze zm.).
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z 27 lipca 2004 r. w sprawie szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. 2004 nr 180 poz. 1860 ze zm.).
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. 2003 nr 169 poz. 1650 ze zm. t.j.).
- Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 10 grudnia 2018 r. w sprawie dokumentacji pracowniczej (Dz.U. 2018 poz. 2369).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 2 sierpnia 2016 r. w sprawie kwalifikacji w zakresie górnictwa i ratownictwa górniczego (Dz.U. 2016 poz. 1229).
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 30 maja 1996 r. w sprawie przeprowadzania badań lekarskich pracowników, zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych do celów przewidzianych w Kodeksie pracy (Dz.U. 2016 poz. 2067 ze zm. t.j.).
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 14 lipca 2010 r. w sprawie rodzajów dokumentacji badań i orzeczeń psychologicznych, sposobu jej prowadzenia, przechowywania i udostępniania oraz wzorów stosowanych dokumentów (Dz.U. z 2010 r. nr 131 poz. 888 ze zm.).
- Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeks Pracy (Dz.U. z 2020 r. poz. 1320 ze zm. t.j.).
- Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. z 2022 r. poz. 1072 t.j.).

Artykuły naukowe

- Gembalska-Kwiecień A., *Szkolenia z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy na przykładzie wybranej kopalni węgla kamiennego w ocenie pracowników*, „Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji” 2018, nr 7.
- Grodzicka A., Musioł D., *Evakuacja górników drogami ucieczkowymi – wybrane wyniki badań ankietowych*, „Górnictwo i Geologia” 2013, T. 8, z. 1,

- Kapusta M., *Ocena i analiza metod szkoleń bhp dla pracowników kopalń*, „Prze-
gląd Górniczy” 2018.
- Orczyk J., *Wokół pojęć kwalifikacji i kompetencji*, „Zarządzanie Zasobami Ludz-
kimi” 2009, nr 3–4(68–69).
- Waszkowska M., Wągrowska-Koski E., *Zasady dobrej praktyki badań psycholo-
gicznych dla potrzeb służby medycyny pracy*, „Medycyna Pracy” 2011, nr 62(5).
- Waszkowska M., Wężyk A., *Badania psychologiczne w służbie medycyny pracy –
regulacje prawne: część I*, „Medycyna Pracy” 2018, nr 69(5).
- Waszkowska M., Wężyk A., *Badania psychologiczne w służbie medycyny pracy –
regulacje prawne: część II*, „Medycyna Pracy” 2018, nr 69(6).

Pozycje zwarte

- Degen R., *Dokumentacja i jej podział*, [w:] *Współczesna dokumentacja urzędowa* (Biblioteka Zarządcy Dokumentacji, t. 2), H. Robótka (red.), Toruń 2011.
- Piszczyk A., *Odrębności podporządkowania pracownika w nietypowych umow-
nych stosunkach pracy*, Łódź 2016.
- Schwarz H., *Prawo geologiczne i górnicze. Komentarz tom II*, Wrocław 2016.
- Słownik encyklopedyczny informacji, języków i systemów informacyjno-wyszuki-
wawczych*, B. Bojar (red.), Warszawa 2002.
- Wojtulek P., Kocowski T., Małecki W., *Prawo geologiczne i górnicze*, Warszawa
2020.

Biogram autora

Artur Rogacki – magister inżynier, absolwent Akademii Rolniczej we Wrocławiu (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy). Absolwent studiów podyplomowych na Uniwersytecie Wrocławskim, Wyższej Szkole Umiejętności Społecznych w Poznaniu oraz Szkole Wyższej im. Pawła Włodkowica w Płocku. Absolwent rocznego studium z ekonomii, prowadzonego przez wykładowców Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu. Doktorant Wydziału Prawa Administracji i Ekonomii Uniwersytetu Wrocławskiego. Jest długoletnim pracownikiem KGHM Polska Miedź S.A. Obecnie pracuje w Dziale Energomechanicznym ds. Maszyn Dołowych. W kręgu zainteresowań badawczych znajduje się prawo geologiczne i górnicze.

Tadeusz Gorewoda

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych w Gliwicach

ORCID: 0000-0001-5715-4412

Marta Wolska

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych w Gliwicach

ORCID: 0000-0001-9869-8803

Wymogi systemów zarządzania w zakresie zapewnienia bezstronności oraz poufności w laboratoriach badawczych

Streszczenie: Obowiązkiem każdego z laboratoriów prowadzącego działalność na zgodność z ISO/IEC 17025 lub z pokrewnymi systemami zarządzania ISO jest rozpatrzenie zagadnienia bezstronności oraz poufności w kontekście realizowanych zadań i procesów. Fakt zidentyfikowania zagrożenia bezstronności i określenia poziomu akceptowalności ryzyka, w przypadku rzetelnie przeprowadzonej analizy, pozwala na wprowadzenie odpowiednich działań skutkujących jego minimalizacją lub eliminacją. Zabezpieczenie interesów klienta, jak i zarządzanie informacjami uzyskanymi lub wytworzonymi podczas działalności laboratoryjnej, jest konieczne w kontekście zachowania poufności. Opracowanie obejmuje analizę podejścia do zachowania bezstronności oraz zapewnienia poufności, jakie może być zastosowane w laboratoriach badawczych.

Słowa kluczowe: jakość, laboratorium, ISO/IEC 17025, bezstronność, poufność

REQUIREMENTS OF QUALITY MANAGING SYSTEMS IN SCOPE OF IMPARTIALITY AND CONFIDENTIALITY IN TESTING LABORATORIES

Abstract: It is the duty of each of the laboratories operating in compliance with ISO/IEC 17025 or with related ISO management systems to consider the issue of impartiality and confidentiality in the context of performer tasks and processes.

The fact of identifying the threat to impartiality and determining the level of risk acceptability, in a case of a reliable analysis, allows the introduction of appropriate actions resulting in its minimalization or elimination. The protection of the client's interests and the management of information obtained or generated during laboratory activities is extremely necessary in the context of confidentiality. The section includes an analysis of the approach to maintaining impartiality and ensuring confidentiality that can be used in testing laboratories.

Keywords: quality, laboratory, ISO/IEC 17025, impartiality, confidentiality

Wstęp

Bezstronność i poufność to dwa różne zagadnienia, które ze względu na swój charakter często omawiane są razem. Z punktu widzenia historii i antropologii te ważne zasady stanowiły o bezpieczeństwie i sile spójności ludzkich społeczności. Najstarsze spisane odniesienia do bezstronności można znaleźć m.in. w księgach Starego Testamentu¹, hinduistycznym eposie Mahabharata², czy też w Koranie³. W filozofii i etyce bezstronność wiązana jest bezpośrednio z obiektywizmem, pozwalającym na podejmowanie decyzji bez wpływu subiektywnych czynników. Poufność stanowi również istotny czynnik w wielu religiach, rozpoczynając od szamanizmu⁴, w którym była i jest podstawą relacji uczeń–mistrz, aż po tajemnicę spowiedzi w katolickim chrześcijaństwie⁵. Dążąc do formalnego i bardziej uniwersalnego ustalenia zasad bezstronności i poufności, ustanawiano także wiele świeckich praw oraz dążono do zdefiniowania omawianych zasad, co wynikało z potrzeby poczucia sprawiedliwości społecznej, która jest jednym z podstawowych praw wyrażonych np. w Konstytucji RP⁶ oraz wartości w Unii Europejskiej⁷.

¹ *Stary Testament, Księga Kapłańska 19,15.*

² *Mahabharata, rozdział CLXII.*

³ *Koran, 4:135.*

⁴ A. Rozwadowski, M. Kośko, T. Dowson, *Sztuka naskalna i szamanizm Azji Środkowej*, Warszawa 2016.

⁵ *Kodeks Prawa Kanonicznego*, kanon 983 I 1388.

⁶ Dz.U. 1997 Nr 78 poz. 483.

⁷ *Charter of Fundamental Rights of the European Union*, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:12012P/TXT&from=EN>, [dostęp: 27.06.2022].

W niniejszym rozdziale postanowiono skupić się na tych regulacjach, które dotyczą laboratoriów badawczych. Są to jednostki wydające wyniki i opracowujące ekspertyzy, będące podstawą istotnych decyzji. Wyniki mają wymiar konkretnych kosztów lub zysków finansowych, zdrowotnych czy społecznych. Istnieje zatem silna potrzeba prawnego zdefiniowania bezstronności i poufności oraz konsekwencji ich niedochowania w takich jednostkach. Rezultatem jest stosowanie w laboratoriach systemów zarządzania jakością, które stanowią o jasnych regułach podejmowania decyzji i obiegu informacji. Są one także silnym uzupełnieniem obowiązujących ogólnie regulacji prawnych. Aby przedstawić wielowątkowość wymienionych zagadnień, w kolejnych punktach niniejszego rozdziału zostaną omówione zasady i definicje wynikające z wybranych systemów jakości i regulacji prawnych mogących mieć zastosowanie w przypadku laboratoriów badawczych i ich pracowników.

Definicje bezstronności i poufności

W perspektywie pracownika laboratorium badawczego konieczne jest zrozumienie definicji bezstronności i poufności, ponieważ sposób ich interpretacji może mieć bezpośredni wpływ na szeroko rozumianą działalność laboratoryjną.

W potocznym rozumieniu bezstronność łączy się wprost z obiektywizmem. Jest to „postawa polegająca na przedstawianiu lub ocenianiu czegoś zgodnie z faktami i bez opowiadania się po żadnej ze stron zajmujących różne stanowiska”⁸. Definiowana jest również jako brak uprzedzeń, a bezstronny jest ten kto nie jest stronniczy, ale sprawiedliwy⁹. Zbliżone definicje zawiera również szereg innych słowników językowych – ktoś, kto jest bezstronny, nie jest zaangażowany bezpośrednio w daną sytuację i dlatego jest w stanie wyrazić sprawiedliwą opinię lub podjąć decyzję w tej sprawie, nie jest uprzedzony lub przeciwny jakiejś stronie lub podmiotowi, nie faworyzuje żadnej ze stron, jest sprawiedliwy, słuszny¹⁰. Z

⁸ <https://www.wsjp.pl/>, [dostęp: 27.06.2022].

⁹ M. Szymczak (red.), *Słownik języka polskiego*, Warszawa 1978, s. 150.

¹⁰ <https://www.collinsdictionary.com/>, [dostęp: 27.06.2022].

kolei obiektywizm to przedstawienie i ocenienie czegoś zgodnie ze stanem faktycznym, niezależnie od własnych opinii, uczuć i interesów⁹. Jak można zauważyć, zgodnie z powyższymi definicjami, bezstronność jest łączona wprost z istotą sądenia. Mocno zaakcentowane jest postrzeganie bezstronności jako trwałej postawy i powiązanie pojęcia ze sprawiedliwością opinii i ocen. Bezstronność i obiektywizm można określić jako wzajemne dopełnienie. Wskazane powyżej definicje znajdują również odzwierciedlenie w terminologii stosowanej w normach ISO. Pojęcie bezstronności występuje w około 170 normach ISO dotyczących różnych obszarów. Wśród tych norm przytoczonych jest 18 definicji wyjaśniających pojęcie bezstronności. Wszystkie z nich są spójne, określają ją jako „zachowanie obiektywności”^{11,12,13}, „obiektywizm w odniesieniu do wyników oceny zgodności”¹⁴, „rzeczywistą i postrzegalną obecność obiektywizmu”¹⁵, „obiektywizm, neutralność i uczciwość wraz ze świadomością stronniczości i redukcji uprzedzeń”¹⁶. Rozszerzeniem pojęcia są wskazane w normach uwagi, zgodnie z którymi obiektywność rozumiana jest jako brak występowania konfliktów interesów lub rozwiązywanie ich w taki sposób, aby nie wpływały na dalszy obszar działalności podmiotu, brak stronniczości¹⁷. Jako terminy oddające znaczenie bezstronności wskazywane są pojęcia: niezależność, neutralność, sprawiedliwość, otwartość, wyważone podejście, dystans, równowaga, brak stronniczości, uprzedzeń, negatywnego nastawienia i powiązań^{11,12,13,15,17,18}.

Poufność – pojęcie występujące obecnie w wielu obszarach, zgodnie z słownikami językowymi definiowane jest jako „cecha czegoś, co nie powinno być ujawniane innym”. Informacje poufne to takie, które powinny być utrzymywane w tajemnicy, ścisłej prywatności, dla których powinien zostać zastosowany ograniczony dostęp osób nieupoważnionych¹⁰. Na skalę istotności pojęcia poufności wskazuje fakt, iż odniesienie do

¹¹ PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02.

¹² PN-EN ISO 17034:2017-03.

¹³ PN-EN ISO/IEC 17021-1:2015-09.

¹⁴ PN-EN ISO/IEC 17000:2020-12.

¹⁵ PN-EN ISO 22300:2021-08.

¹⁶ PN-EN ISO 21043-1:2018-10.

¹⁷ PN-EN ISO/IEC 17065:2013-03.

¹⁸ PN-EN ISO/IEC 17029:2020-04.

tego terminu występuje około 1020 razy w normach ISO. Poufność jest definiowana w około 76 normach ISO, z czego najczęściej występującą definicją poufności jest zapewnienie, że informacje nie są udostępniane bądź ujawniane nieupoważnionym osobom, podmiotom lub procesom¹⁹.

Bezstronność – podstawa działalności laboratorium

Działalność ogromnej liczby organizacji, w tym m.in. laboratoriów, opiera się na standardach mających kluczowe znaczenie w regulacji praktyk z pogranicza m.in. biznesu, produkcji i jakości. Obecnie istnieje ponad 21 tysięcy norm ISO. Opierają się one na podstawach naukowych, uwzględniających aktualny stan wiedzy i osiągnięty poziom techniki. Normy ISO mają charakter uniwersalny, mogą być stosowane przez organizacje niezależnie od ich statusu własnościowego, posiadanych rozwiązań oraz wielkości. Niewątpliwą zaletą wprowadzenia w organizacji wybranych, adekwatnych do działalności norm ISO jest fakt, iż są one narzędziem określającym jednolite zasady, wytyczne i sposoby postępowania na wskazanych płaszczyznach. Obecnie, w zglobalizowanym świecie standaryzacja jest kluczem umożliwiającym sprawną komunikację pomiędzy jednostkami reprezentującymi odmienne gospodarki państwowe oraz równice kulturowe, a poprzez system ujednoczonych symboli i terminologii ułatwia komunikację, nawet w przypadku istnienia znacznych barier językowych.

Zakres normy ISO/IEC 17025¹¹, właściwej dla laboratoriów badawczych i wzorcujących, wskazuje bezstronność laboratorium jako jeden z trzech głównych filarów, obok kompetencji oraz spójnego działania laboratorium, stanowiących wymóg w ramach spełnienia wymagań normy. Powołanie na „bezstronność” występuje w normie kilkakrotnie. Sama norma poświęca temu terminowi cały rozdział 4.1. Odniesienie do bezstronności występuje również w obszarach ISO/IEC 17025 dotyczących personelu („6.2.1 Cały personel laboratorium (...) powinien działać **bezstronnie** (...)”) oraz dokumentacji systemu zarządzania („8.2.2 Polityki

¹⁹ ISO/IEC 27000:2018.

i cele powinny dotyczyć kompetencji, **bezstronności** i spójności działania laboratorium”).

Przywołanie istoty bezstronności jako postępowania etycznego występuje również w normie ISO 15189 traktującej o wymaganiach dotyczących jakości i kompetencji laboratoriów medycznych²⁰. Norma zastrzega, że kierownictwo laboratorium powinno wprowadzić rozwiązania w celu zapewnienia braku wystąpienia zaangażowania się „w jakąkolwiek działalność, która mogłaby zmniejszyć zaufanie do kompetencji, **bezstronności**”.

Zgodnie z powyższym można podsumować, iż w kontekście badań laboratoryjnych bycie bezstronnym obejmuje prowadzenie szeroko rozumianej działalności laboratoryjnej bez uprzedzeń. Spełnienie wymagań normy ma na celu nie tylko zabezpieczenie ważności otrzymanych wyników badań lub wzorcowań, ale również uniknięcie konfliktu interesów wraz z jasnym zapewnieniem, iż struktura zarządzania, zasoby i sama realizacja procesów są wdrażane i utrzymywane w sposób pozwalający na uniknięcie konfliktu sytuacji lub działań. Należy mieć na względzie, że żadne powiązania osobowe w ramach laboratorium oraz powiązania z klientem, ani żadna presja wywierana na osoby zaangażowane w poszczególne procesy nie może naruszać bezstronności prowadzonych działań.

Sytuacje prowadzące do konfliktu interesów, występowania uprzedzeń, faworyzowania, jednostronności, stronniczości lub przychylności mogą stać się przyczynkiem do braku optymalnego funkcjonowania laboratorium. Skutkować to może naruszeniem reputacji rynkowej poprzez narażenie fundamentalnych zasad funkcjonowania laboratorium. Zagrożenia dla bezstronności mogą mieć źródło w naciskach finansowych, handlowych i innych, pochodzących zarówno ze źródeł zewnętrznych, jak i wewnętrznych laboratorium. Można wymienić szereg przykładów sytuacji stanowiących potencjalne zagrożenie, m.in.:

- relacje biznesowe na płaszczyźnie laboratorium–klient,
- relacje rodzinne lub osobiste między pracownikami laboratorium lub między pracownikami a klientem,
- struktura zarządzania laboratorium niegwarantująca niezależności pracy,

²⁰ PN-EN ISO 15189:2013-05.

- interesy finansowe, powiązania w ramach struktury własnościowej,
- relacje i działania pracowników związanych z działaniami finansowymi, marketingowymi,
- dzielenie zasobów lub ich alokacja z innymi laboratoriami lub między działami wewnętrznymi laboratorium.

Należy podkreślić, że samo wystąpienie powyższych zagrożeń nie oznacza zaistnienia ryzyka utraty bezstronności. Laboratorium ma obowiązek zidentyfikować potencjalne ryzyko, a następnie wdrożyć działania umożliwiające jego wyeliminowanie lub też minimalizację.

Praktycznym podejściem do spełnienia wymagań ISO/IEC 17025¹¹ dotyczących bezstronności może być wdrożenie działań stanowiących połączenie kroków proaktywnych i reaktywnych. Podejście proaktywne może być realizowane poprzez przewidywanie potencjalnych sytuacji zagrożenia, wyznaczenie celów do realizacji, wykazywanie zadaniowego podejścia do zagadnień. Zastosowanie z kolei podejścia reaktywnego może być konieczne w przypadku wystąpienia sytuacji nieprzewidywanych z wyprzedzeniem, dla których zagrożenie zostało zidentyfikowane w późniejszym czasie.

Kluczowym zagadnieniem dotyczącym bezstronności jest rozwijanie kultury pracy i świadomości pracowników. Punktem wyjścia jest zrozumienie problemu i zaangażowanie ze strony kierownictwa. Dobrą praktyką jest włączenie zapisów dotyczących bezstronności w Politykę Jakości laboratorium bądź też stworzenie odrębnej polityki bezstronności. Kierownictwo powinno dążyć do rozwoju kultury pracy poprzez wzmocnienie wśród pracowników poczucia istoty problemu, z wykorzystaniem standardowych kanałów komunikacji. Celowe może okazać się przeprowadzenie studium przypadku, aby zilustrować wpływ potencjalnych sytuacji zarówno na laboratorium jako organizację, jak i na sam personel.

Kolejnym etapem jest uzyskanie sformalizowanej deklaracji personelu, zawierającej zobowiązanie do przestrzegania zasad bezstronności. Pomimo że wcześniejsze i obecne relacje nie muszą stanowić zagrożenia bezstronności, personel powinien mieć świadomość, iż obligatoryjne jest zgłoszenie kierownictwu wystąpienia ewentualnych konfliktów interesów dotyczących przede wszystkim stosunków osobistych, wcześniejszych relacji (np. wcześniejsze zatrudnienie u klienta) lub też powiązań w zakresie interesów finansowych.

Uzyskanie podpisanych deklaracji personelu jest jednym, ale nie jedynym działaniem, które należy podjąć, ponieważ zaangażowanie nie gwarantuje przestrzegania wprowadzonych zasad. Wspierać powyższe działania będzie umożliwienie personelowi uczestnictwa w szkoleniach. Dodatkowo konieczne może być prowadzenie rozmów na poziomie kierownictwo–personel, w celu oceny czy poziom świadomości personelu jest zadowalający.

Kolejnym etapem jest identyfikacja i eliminacja/minimalizacja ryzyka bezstronności. Wszelkie zagrożenia należy identyfikować na bieżąco, podczas rutynowych czynności wykonywanych w laboratorium. Jest to niezwykle istotne ze względu na ciągłą dynamikę zmian w działalności laboratorium, w tym m.in. nawiązywanie współpracy z nowymi klientami, dostawcami zewnętrznymi czy fluktuację personelu. Uwzględnienie ryzyka w rozważaniach dotyczących bezstronności jest spełnieniem wymagań normy ISO/IEC 17025¹¹ dot. ryzyk i szans. Laboratorium powinno przeprowadzić ocenę potencjalnych zagrożeń zgodnie z przyjętą wewnątrznie procedurą postępowania z ryzykiem, aby zidentyfikować, przeprowadzić analizę, a następnie wdrożyć odpowiednie działania w odniesieniu do ww. ryzyka. Jako przykład działań eliminacyjnych można przytoczyć identyfikację próbek laboratoryjnych wyłącznie z wykorzystaniem kodów. Zastosowanie tego rozwiązania ma na celu eliminację potencjalnego ryzyka manipulacji wynikami przez pracowników laboratorium w celu uzyskania korzyści dla klienta.

W kolejnym kroku istotne jest prowadzenie wszelkich działań mających na celu utrzymanie statusu bezstronności laboratorium. Ważne jest, aby w sposób właściwy zarządzać zmianami. Należy dążyć do zabezpieczenia bezstronności poprzez wdrożenie działań wyprzedzających, w szczególności podczas prowadzenia rekrutacji personelu, zawierania umów z klientami i dostawcami zewnętrznymi. Wszelkie działania związane z oceną ryzyka powinny być zintegrowane również z działaniami systemowymi w zakresie audytów wewnętrznych, działań korygujących czy też przeglądów zarządzania. Podczas audytu wewnętrznego powinna zostać rozpatrzona kwestia sposobu zabezpieczenia bezstronności przez laboratorium. Dowody skuteczności zastosowanych wdrożeń mogą pochodzić z obszarów działań niezgodnych z wymaganiami, działań korygujących czy też skarg.

Systematyczne podejście do zagadnienia bezstronności w laboratorium z punktu praktycznego niewątpliwie ułatwia podejmowanie nowych działań – w perspektywie czasu niepewność co do tego jak rozwiązać dany problem zostanie zastąpiona przez pewność. Zastosowanie metodycznego podejścia już na początku rozważań da wszystkim zainteresowanym stronom gwarancję zaangażowania i zidentyfikowania rozwiązań dających możliwość skutecznej reakcji na dane zagrożenie.

W ramach rozważania bezstronności w laboratoriach należałoby zwrócić uwagę na jeszcze jedną kwestię – działalność laboratoryjna zgodna z wymaganiami ISO związana jest nierozdzielnie z obszarem audytów wewnętrznych – norma ISO 19011²¹ stanowi niejako wytyczne dotyczące zasad audytowania. Punkt 4. normy wskazuje, że wytyczne opierają się na siedmiu zasadach, gdzie jedną z nich jest niezależność definiowana jako „postawa bezstronności auditu oraz obiektywności wniosków z auditu”. Na istotę zagadnienia bezstronności w kontekście audytów wewnętrznych wskazuje również norma ISO 15189 pkt. 4.15.5 „Wybór auditorów i prowadzenie auditów powinny zapewnić obiektywność i **bezstronność** procesu auditu”²⁰.

Podsumowując można stwierdzić, że bezstronność auditora wewnętrznego to podstawa skuteczności jego działań. Osoby będące auditorami powinny wykazywać cechy osobowościowe powiązane z postawą reprezentującą obiektywizm, tj. etyczność, samodzielność, odpowiedzialność. Samo działanie auditu wewnętrznego musi być niezależne. Zapewnienie bezstronności powinno przejawiać się profesjonalnym obiektywizmem w trakcie gromadzenia i oceny przekazania informacji na temat badanego działania lub procesu.

Laboratoria, w sposób bezpośredni jako organizator badań biegłości lub częściej w sposób pośredni jako uczestnik, są również związane z wymaganiami normy ISO/IEC 17043²². Badania biegłości są postrzegane jako jedno z najskuteczniejszych narzędzi wspomagających laboratoria w wykazaniu ich kompetencji poprzez monitorowanie realizacji badań. Norma ISO/IEC 17043 wskazuje, że „organizator badań biegłości powinien mieć ustalenia zapewniające niezależność kierownictwa i personelu

²¹ PN-EN ISO 19011:2018-08.

²² PN-EN ISO/IEC 17043:2011.

(...)” oraz „mieć politykę i procedury zapewniające uniknięcie zaangażowania się w jakąkolwiek działalność, która mogłaby zmniejszyć zaufanie do jego kompetencji, **bezstronności** (...)”.

Z punktu widzenia uczestnika niezwykle istotną kwestią jest zapewnienie przez organizatora bezstronności na poziomie procedur, oceny oraz decyzji. Działalność jednostki zgodnie z ww. standardem musi gwarantować rzetelność, neutralność polityczną oraz równość klientów w stosunku do stosowalności wobec nich tych samych procedur postępowania.

Bezstronność w kontekście akredytacji laboratoriów

Wysoka konkurencyjność na rynku laboratoriów wymusza wyjście na przeciw oczekiwaniom klienta w zakresie posiadania akredytacji, będącej potwierdzeniem, że organizacja działa zgodnie z najlepszą praktyką oraz, co ważniejsze, że laboratorium zapewnia bezstronność realizowanych procesów, zmniejszając tym samym ryzyko w relacjach biznesowych.

Krajową jednostką akredytującą powołaną podstawą prawa^{23,24} jest Polskie Centrum Akredytacji, którego działalność oparta jest również o bezstronność. Prowadzi ono ocenę poszczególnych jednostek funkcjonujących w oparciu o wybrane normy ISO, w tym m.in. laboratoriów badawczych, wzorcujących, medycznych, organizatorów badań biegłości²⁵. Jednostki te już na samym początku procesu akredytacji, któremu podlegają, zostają skonfrontowane z pojęciem bezstronności pod kątem dwóch aspektów. Pierwszy, odnoszący się bezpośrednio do postawy samych auditorów, ich podejścia do przedmiotu oceny, świadczyć może o odporności na ewentualne naciski lub sugestie. Drugim aspektem istotnym z punktu widzenia laboratorium jest społeczny odbiór prezentowanych wyników oceny. Dużą rolę odgrywa tu sposób opracowania

²³ Dz.U. 2016 poz. 542.

²⁴ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 765/2008 z dnia 9 lipca 2008 ustanawiające wymagania w zakresie akredytacji i nadzoru rynku odnoszącym się do warunków wprowadzania produktów do obrotu i uchylającym rozporządzenie (EWG) nr 339/93 r.

²⁵ PCA, DA-01 Opis systemu akredytacji, wyd. 13 z dnia 09.06.2022.

raportu z oceny. Dokument ten powinien w sposób uczciwy przedstawiać wyniki oceny z zachowaniem dystansu, nie powinien wprowadzać w błąd. Oznacza to tym samym przedstawienie faktów w sposób bezstronny, z uwzględnieniem znajomości dowodów stanowiących podstawę oceny. Należy zwrócić uwagę, że oceny mają częściowy charakter *ex post*, stąd kluczowe jest odtworzenie realiów, w jakich podejmowano decyzje w sprawie konkretnego procesu w laboratorium. Dlatego też tak ważne jest, aby ocena prowadzona była bez emocji i bezstronnie, co daje podstawę do formułowania obiektywnych ocen, które bezpośrednio budują zaufanie do organu oceniającego.

Znaczenie poufności w laboratorium

Zapewnienie bezpieczeństwa informacji leży zarówno w interesie klientów, jak i samego laboratorium. Naruszenie poufności może skutkować utratą zaufania i lojalności klientów, a w skrajnym przypadku może doprowadzić do rozstrzygnięcia racji na drodze sądowej. Informacjami poufnymi są wszelkie dane techniczne oraz nietechniczne uzyskane z zewnątrz (przekazane przez klienta) oraz wytworzone wewnątrz laboratorium w ramach badań prowadzonych dla klienta. Mogą to być zarówno procedury, opisy metodyk postępowania, wszelkie specyfikacje, korespondencja kontaktowa, jak i wyniki pomiarów oraz raporty z badań.

Zgodnie z wytycznymi normy ISO/IEC 17025¹¹ oraz ISO 15189²⁰ to na laboratorium kładziona jest odpowiedzialność za zachowanie poufności. Informacje o klientach powinny być wykorzystywane wyłącznie do celów komunikacyjnych lub jako pomoc w działalności laboratorium. Z kolei procedury oraz zasady postępowania laboratorium, dotyczące w szczególności ochrony elektronicznego przechowywania i przekazywania wyników, powinny definiować stosowalność tych wytycznych w rzeczywistości.

Wymagania ISO/IEC 17025¹¹ narzucają, iż wszelkie dane dotyczące klienta, ale pochodzące ze źródeł publicznych mogą być ujawniane bez zgody klienta, z zaznaczeniem, że laboratorium jest zobligowane do poinformowania klienta o zamiarze publicznego udostępnienia tych informacji. Z kolei, jeżeli laboratorium uzyska informacje o kliencie z innych

źródeł niż klient, również musi zachować poufność zarówno względem klienta, jak i źródła. Jedynym odstępstwem od wymagania dotyczącego poufności jest sytuacja, w której na wniosek właściwego organu prawnego laboratorium otrzymuje polecenie ujawnienia informacji o kliencie. W tej sytuacji organizacja musi spełnić to żądanie, a w szczególnych okolicznościach prawnych nie musi informować klienta o przekazywanych danych.

Z praktycznego punktu widzenia istnieje wiele sposobów na zapewnienie poufności w laboratorium. Pierwszym z nich jest wdrożenie sformalizowanego zbioru zasad, które w sposób przejrzysty definiują kwestię poufności oraz ustanowienie w tym zakresie systemu nadzoru. Skuteczny system zarządzania powinien zawierać wszystkie istotne informacje, w tym dokumentację polityk, procedur i wytycznych laboratorium związanych z zachowaniem poufności. Kluczowa jest tu znowu rola kierownictwa, które powinno podjąć odpowiednie działania wzmacniające świadomość pracowników. Konieczna wydaje się być realizacja szkoleń, w szczególności w procesie wdrażania do pracy nowego personelu. Właściwym postępowaniem może być również prowadzenie cyklicznych spotkań z pracownikami oraz corocznych przeglądów zarządzania w formule otwartej, w zakresie pytań oraz potencjalnych scenariuszy wymagających wyjaśnień. Wiele laboratoriów stosuje wobec personelu wymóg podpisania pisemnej polityki zachowania poufności lub nieujawniania informacji, która zawiera deklarację świadomości personelu w tej kwestii. Jest to standardowa praktyka organizacji, która może obowiązywać bezterminowo, chroniąc tym samym laboratorium nawet po odejściu personelu z pracy.

Jako inne środki zapewniające właściwą ochronę informacji poufnych można wskazać przechowywanie dokumentów papierowych w miejscu o ograniczonym dostępie osób trzecich. Poufne dokumenty papierowe powinny być odpowiednio archiwizowane lub niszczone, gdy nie mają już zastosowania. Z kolei dokumentacja elektroniczna powinna być przechowywana z zachowaniem bezpieczeństwa informatycznego i przeglądana tylko na zabezpieczonych urządzeniach.

Organizacja powinna rozważyć również wdrożone zasady zapobiegania nieuprawnionemu wykorzystaniu oraz ujawnianiu informacji poufnych przez byłych pracowników, po zakończeniu przez nich pracy w laboratorium. Ograniczenie dostępu powinno w dużej mierze skupiać

się na terminowym wycofywaniu dostępu do zasobów materialnych i niematerialnych.

Pozornie prozaicznym problemem w laboratorium mogącym prowadzić do poważnych naruszeń poufności mogą być telefony komórkowe posiadające możliwość robienia zdjęć i kręcenia filmów. Laboratoria powinny rozważyć, w jaki sposób będą zarządzać korzystaniem z telefonów przez pracowników i gości. Zakaz ich używania w dużej mierze byłby nierozsądny, ale już regularne przypominanie o zasadach ich właściwego użytkowania może być istotnym krokiem w budowaniu świadomości.

Kierownictwo, w ramach zabezpieczenia poufności danych, powinno również ocenić kompetencje pracowników laboratorium w zakresie obsługi specyficznego dla laboratorium oprogramowania. Zwiększenie kompetencji pracowników może ograniczyć przypadki nienadzorowanego usunięcia lub uszkodzenia informacji lub danych.

Zapewnienie poufności przez organizatora badań biegłości jest również niezwykle istotną kwestią z punktu widzenia laboratorium jako uczestnika PT. Organizator jest zobowiązany, zgodnie z normą ISO/IEC 17043²² pkt 4.10, do ochrony uczestników poprzez zachowanie poufności dotyczącej tożsamości uczestników badania biegłości oraz poufności informacji przekazanych przez uczestnika organizatorowi. Co więcej, program PT powinien zawierać szczegółowe ustalenia dotyczące poufności.

Najczęstszą praktyką stosowaną przez organizatorów PT, chroniącą poufność informacji uzyskanych przez uczestników, ale również zapobiegającą zмовie uczestników jest nadanie każdemu z uczestników indywidualnego kodu od przyjęcia zgłoszenia do wydania raportu z badań oraz nieudostępnianie listy uczestników biorących udział w badaniach PT.

Część informacji laboratorium w ramach audytów wewnętrznych i zewnętrznych, realizowanych np. przez PCA, jest przekazywana do oceny jako próbka audytowa. Auditorzy, zgodnie z wytycznymi ISO 19011²¹ pkt 4 powinni reprezentować postawę wyrażającą szacunek dla wartości i własności otrzymywanych informacji. Ochrona poufności laboratorium powinna przejawiać się w rozważnym wykorzystaniu i ochronie informacji uzyskanych przez auditorów w trakcie wykonywania swoich obowiązków oraz nie wykorzystywaniu ich w celu osiągnięcia korzyści osobistych lub w jakimkolwiek innym celu, które byłoby sprzeczne z prawem lub przyniosłoby szkodę w zakresie etycznym.

Ogólne regulacje prawne mające zastosowanie w laboratoriach badawczych

Omawiając zagadnienia poufności i bezstronności w laboratoriach badawczych należy zauważyć, iż ich pracownicy podlegają także powszechnym regulacjom prawnym. Ustawą obowiązującą wszystkich pracodawców i pracowników jest Kodeks Pracy²⁶. W art. 94 pkt 9b zawarto zapis, zgodnie z którym obowiązkiem pracodawcy jest przechowywanie dokumentacji pracowniczej w sposób gwarantujący zachowanie jej w warunkach niezagrażających uszkodzeniami lub zniszczeniem. Co ważne, dotyczy to nie tylko okresu pracy, ale także okresu 10 lat od końca roku kalendarzowego, w którym ten stosunek wygasł. W takim rozumieniu wymóg ten przenosi się także do dokumentacji pracowniczej objętej np. systemem ISO. Natomiast zgodnie z art. 100 §2 tej ustawy, pracownik ma przestrzegać tajemnicy określonej w odrębnych przepisach. W przypadku naruszenia tego obowiązku, pracodawca może wypowiedzieć umowę. Jeżeli to naruszenie miało zaś charakter rażącego naruszenia podstawowych obowiązków pracowniczych, rozwiązanie umowy o pracę może nastąpić dyscyplinarnie w trybie podanym w art. 52 §1 pkt 1 Kodeksu Pracy. Często za takie rażące naruszenia przyjmuje się umyślne udostępnienie danych wrażliwych w zakresie sytuacji finansowej firmy, zatrudnienia czy też danych klientów. Należy także pamiętać, że zobowiązanie poufności wobec pracodawcy nie kończy się z końcem stosunku pracy. Obecnie tajemnice dotyczące firmy podlegają ochronie dopóki nie staną się ogólnodostępne – tzn. możliwe do odszukania dla innych.

Jasne powiązanie tajemnicy przedsiębiorstwa z poufnością znajduje się w Ustawie o zwalczaniu nieuczciwej konkurencji²⁷. Poniżej przytoczono ustawową definicję tego terminu:

„Art. 11. 2. Przez **tajemnicę przedsiębiorstwa** rozumie się informacje techniczne, technologiczne, organizacyjne przedsiębiorstwa lub inne informacje posiadające wartość gospodarczą, które jako całość lub w szczególnym zestawieniu i zbiorze ich elementów nie są powszechnie znane osobom zwykle zajmującym się tym rodzajem informacji albo nie są łatwo

²⁶ Dz.U. 1974 Nr 24 poz. 141.

²⁷ Dz.U. 1993 Nr 47 poz. 211.

dostępne dla takich osób, o ile uprawniony do korzystania z informacji lub rozporządzania nimi podjął, przy zachowaniu należytej staranności, działania w celu utrzymania ich w **poufności**”.

Ustawodawca ustalił, że zagadnienie to dotyczy tylko informacji mającej pewną wartość gospodarczą, która wykorzystana, np. przez konkurencyjnego przedsiębiorcę, przyniesie mu zyski lub spowoduje zaoszczędzenie wydatków. Z drugiej strony warunek, iż informacja taka nie może być znana powszechnie i łatwo dostępna, nakłada na pracodawcę obowiązek wykonania działań zabezpieczających jej poufność. W myśl tej definicji zbiory informacji dostępne w laboratorium badawczym, takie jak np. dane klientów, system organizacji czy własne procedury analityczne, spełniają przesłanki tajemnicy przedsiębiorstwa. Ustawodawca ustalił także, iż nie tylko ujawnienie, ale także np. pozyskanie lub wykorzystanie tajemnicy przedsiębiorstwa, bez zgody uprawnionego, stanowi czyn nieuczciwej konkurencji. Ustawa wymienia także szereg żądań, które pracodawca może wysunąć względem pracownika, który nie dochował poufności i ujawnił tajemnicę przedsiębiorstwa. Spośród nich najbardziej dotkliwe może być ograniczenie lub pozbawienie wolności do 2 lat (art. 23), żądanie przez przedsiębiorcę naprawienia wyrządzonej szkody, czy też zasądzenie odpowiedniej sumy pieniężnej na określony cel społeczny²⁷.

Inną kategorią jest tzw. *know-how*. Termin ten jest zdefiniowany w europejskich aktach prawnych²⁸. Oznacza zbiór informacji praktycznych, których źródłem jest doświadczenie przedsiębiorcy i/lub przeprowadzone przez niego badania. Dodatkowo informacje takie muszą być niejawne (nie dostępne powszechnie), istotne (ważne z punktu widzenia np. procesu produkcyjnego), zidentyfikowane (opisane w klarowny sposób, umożliwiające interpretację ich stanu prawnego). Również prawo unijne definiuje zasady ochrony niejawnego *know-how*²⁹. W skrócie można opisać, że tajemnicą *know-how* objęte są informacje poufne w takim sensie,

²⁸ Rozporządzenie Komisji (UE) nr 316/2014 z dnia 21 marca 2014 r. w sprawie stosowania art. 101 ust. 3 Traktatu o funkcjonowaniu Unii Europejskiej do kategorii porozumień o transferze technologii.

²⁹ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/943 z dnia 8 czerwca 2016 r. w sprawie ochrony niejawnego *know-how* i niejawnych informacji handlowych (tajemnic przedsiębiorstwa) przed ich bezprawnym pozyskiwaniem, wykorzystywaniem i ujawnianiem.

że nie są znane powszechnie osobom, które zwykle zajmują się takimi informacjami. Dodatkowo, podobnie jak w przypadku tajemnicy przedsiębiorstwa, *know-how* musi mieć jakąś wartość handlową oraz muszą być podejmowane działania prowadzące do utrzymania go w tajemnicy.

Jednym z trudniejszych obszarów zabezpieczenia poufności informacji i tajemnicy przedsiębiorstwa jest sytuacja, w której współpracuje ono z zewnętrznymi podmiotami (osobami fizycznymi lub prawnymi) i ta współpraca wymaga wymiany tego typu informacji. Wówczas rezygnuje się z poufności pomiędzy takimi dwoma podmiotami, ale wymagana jest poufność względem instytucji i osób trzecich. W szczególności dotyczy to sytuacji audytu, gdzie przekazywane są całe komplety informacji poufnych. W takiej sytuacji staje także laboratorium wykonujące analizy dla klientów zewnętrznych. Wówczas często w interesie takich klientów jest zachowanie w poufności np. wyników badań, typu i ilości próbek. Oczywiście w pewnym zakresie sytuacja takiej współpracy jest zabezpieczona zapisami Ustawy o zwalczaniu nieuczciwej konkurencji, jednakże jej zapisy są dość ogólne i przedsiębiorcy często uznają, że zabezpieczenie ich roszczeń na gruncie tej ustawy jest niewystarczające. W związku z tym coraz częściej jest praktykowane podpisywanie umowy NDA (ang. *Non-Disclosure Agreement*)³⁰. Przewagą takiej umowy nad ogólnymi zasadami prawnymi jest możliwość jasnego i precyzyjnego zdefiniowania zakresu poufnych informacji, zakresu obowiązku stron względem tych informacji, kar umownych za niedotrzymanie umowy oraz zdefiniowania czasu jej obowiązywania. To uszczegółowienie pozwala w łatwiejszy sposób zidentyfikować sytuację nie zachowania poufności i uzyskać od strony łamiącej jej postanowienia odpowiednią rekompensatę. Co ważne, umowy NDA mogą być jednostronne lub dwustronne. Często klient laboratorium będzie wymagał umowy jednostronnej, co wynika z charakteru takiej relacji – laboratorium nie ma potrzeby udostępniania swoich informacji poufnych. Taka umowa może być podpisana także z konkretnym pracownikiem, co może być korzystne, jeżeli taki pracownik posiada szczególnie istotny zbiór informacji uznanych za poufne. Podobnym mechanizmem

³⁰ P. Bądek, *Non-disclosure agreement (NDA). Czyli co powinna zawierać dobra umowa o poufności*, <https://www.parp.gov.pl/component/content/article/57196:non-disclosure-agreement-nda>, [dostęp: 27.06.2022].

bardziej szczegółowego określenia relacji pracodawca–pracownik może być tzw. umowa lojalnościowa. Jest to także forma zabezpieczenia poufności i tajemnicy przedsiębiorstwa oraz interesów danego pracownika. Na podstawie art. 101 §1 Kodeksu Pracy pracodawca może zaproponować podpisanie pracownikowi dodatkowej umowy, której istotą jest zakaz prowadzenia działalności konkurencyjnej wobec pracodawcy²⁶. Jest to szersze zabezpieczenie niż ogólne zasady prawne i NDA, gdyż z reguły dotyczy nie tylko zachowania poufności, ale także zakazu podjęcia pracy w konkurencyjnym podmiocie przez określony czas. Takie podejście zabezpiecza pracodawcę przed sytuacją, w której co prawda ciągle obowiązuje poufność i tajemnica przedsiębiorstwa, ale pracownik przechodzi do konkurencyjnej firmy, gdzie w praktyce nie ma możliwości zweryfikowania dochowania takiej poufności (najczęściej można się spodziewać, że właśnie w takim celu pracownika przejmuje konkurencja). Z drugiej strony pracodawca musi zobowiązać się do wypłaty odszkodowania takiemu pracownikowi.

Innym obszarem poufności w laboratorium, który wynika z zewnętrznych regulacji jest obszar przetwarzania danych osobowych. Dotyczy to zarówno danych pracowników, jak i klientów. Według rozporządzenia Parlamentu Europejskiego „ochrona osób fizycznych w związku z przetwarzaniem danych osobowych jest jednym z praw podstawowych”³¹. Tak zwane RODO w kompleksowy sposób reguluje obowiązki związane z ochroną danych osobowych oraz konsekwencje niezachowania tego rozporządzenia (art. 82). Wspomniany akt prawny dotyczy osób fizycznych, ale same dane wrażliwe znajdują się w laboratoriach badawczych, np. na fakturach czy też dokumentach kadrowych. Laboratoria powinny wziąć także pod uwagę, czy dany klient zgodził się na przetwarzanie jego danych – za zaniedbanie uzyskania takiej zgody, zgodnie art. 107 RODO, grozi grzywna, kara ograniczenia lub pozbawienia wolności do dwóch lat. Spośród laboratoriów szczególnie wrażliwe na zagadnienia RODO są jednostki zajmujące się badaniami genetycznymi, gdyż ten typ informacji został wymieniony literalnie w wspomnianym artykule – za ujawnienie

³¹ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r. w sprawie ochrony osób fizycznych w związku z przetwarzaniem danych osobowych i w sprawie swobodnego przepływu takich danych oraz uchylenia dyrektywy 95/46/WE.

danych genetycznych kara ograniczenia lub pozbawienia wolności wynosi trzy lata.

Mniejsza liczba ogólnych regulacji prawnych dotyczy pojęcia bezstronności w laboratoriach. Oprócz obszarów zarządzania kadrami, premiowania i wynagrodzeń, laboratoria badawcze, szczególnie świadczące usługi eksperckie i działające w obszarach regulowanych prawnie, mogą być narażone na niedochowanie bezstronności w wyniku korupcji. Należy pamiętać, iż często na podstawie wyniku podanego przez laboratorium podejmowane są decyzje o wysokim znaczeniu personalnym i finansowym. Od 2006 roku w Polsce obowiązuje ustawa o Centralnym Biurze Antykorupcyjnym, która definiuje pojęcie korupcji i działania związane z przeciwdziałaniem jej³². Analizując jej zakres można stwierdzić, że laboratoria mogą być zagrożone różnymi rodzajami korupcji, ale wiodącą wydaje się być korupcja polegająca na wydaniu nieprawdziwego wyniku lub ekspertyzy, w zamian za korzyść majątkową. Taka sytuacja, mająca najczęściej charakter przekupstwa lub sprzedajności menedżerskiej, uderza w bezstronność laboratorium.

Podsumowanie

Bezstronność i poufność to zagadnienia rozumiane często intuicyjnie i pożądane społecznie, gdyż w różnych obszarach stanowią o poczuciu równowagi i bezpieczeństwa. Niemniej jednak przełożenie przepisów prawa i wymogów systemów jakości na praktyczne działania nie jest często oczywiste. Trzeba mieć jednak świadomość, że definicje i reguły prawne oraz systemowe ostatecznie odnoszą się do poszczególnych pracowników laboratoriów. To na nich leży ostateczna odpowiedzialność za zachowanie poufności i bezstronności oraz za wszelkie skutki zaniechań w tych obszarach.

Same zapisy, umowy i akty prawne nie zapewnią poufności i bezstronności w laboratorium, jeżeli poszczególni pracownicy nie będą mieli świadomości takich wymagań oraz przedstawionego ich jasnego

³² Dz.U. 2006 Nr 104 poz. 708.

celu – ochrony żywotnych interesów laboratorium, a co za tym idzie, ich zatrudnienia. Taka świadomość wymaga regularnych działań ze strony zarządu laboratorium, w szczególności względem pracowników, którzy są obarczeni zwiększonym ryzykiem w zakresie omawianych zagadnień.

Bibliografia

Akty prawne (dyrektywy, rozporządzenia, ustawy, normy)

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/943 z dnia 8 czerwca 2016 r. w sprawie ochrony niejawnego know-how i niejawnych informacji handlowych (tajemnic przedsiębiorstwa) przed ich bezprawnym pozyskiwaniem, wykorzystywaniem i ujawnianiem.

Dz.U. 1974 Nr 24 poz. 141.

Dz.U. 1993 Nr 47 poz. 211.

Dz.U. 1997 Nr 78 poz. 483.

Dz.U. 2006 Nr 104 poz. 708.

Dz.U. 2016 poz. 542.

ISO/IEC 27000:2018.

PN-EN ISO 15189:2013-05.

PN-EN ISO 17034:2017-03.

PN-EN ISO 19011:2018-08.

PN-EN ISO 21043-1:2018-10.

PN-EN ISO 22300:2021-08.

PN-EN ISO/IEC 17000:2020-12.

PN-EN ISO/IEC 17021-1:2015-09.

PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02.

PN-EN ISO/IEC 17029:2020-04.

PN-EN ISO/IEC 17043:2011.

PN-EN ISO/IEC 17065:2013-03.

Rozporządzenie Komisji (UE) nr 316/2014 z dnia 21 marca 2014 r. w sprawie stosowania art. 101 ust. 3 Traktatu o funkcjonowaniu Unii Europejskiej do kategorii porozumień o transferze technologii.

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r. w sprawie ochrony osób fizycznych w związku z przetwarzaniem danych osobowych i w sprawie swobodnego przepływu takich danych oraz uchylenia dyrektywy 95/46/WE.

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 765/2008 z dnia 9 lipca 2008 ustanawiającym wymagania w zakresie akredytacji i nadzoru rynku odnoszącym się do warunków wprowadzania produktów do obrotu i uchylającym rozporządzenie (EWG) nr 339/93 r.

Pozycje zwarte i inne

Kodeks Prawa Kanonicznego, kanon 983 I 1388.

Koran, 4:135.

Mahabharata, rozdział CLXII.

PCA, *DA-01 Opis systemu akredytacji*, wyd. 13 z dnia 09.06.2022.

Stary Testament, Księga Kapłańska 19,15.

Szymczak M. (red.), *Słownik języka polskiego*, Warszawa 1978.

Rozwadowski A., Kośko M., Dowson T., *Sztuka naskalna i szamanizm Azji Środkowej*, Warszawa 2016.

Źródła internetowe

Bądek P., *Non-disclosure agreement (NDA). Czyli co powinna zawierać dobra umowa o poufności*, <https://www.parp.gov.pl/component/content/article/57196:non-disclosure-agreement-nda>, [dostęp: 27.06.2022].

Charter of Fundamental Rights of the European Union, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:12012P/TXT&from=EN>, [dostęp: 27.06.2022].

Collins Dictionary, <https://www.collinsdictionary.com/>, [dostęp: 27.06.2022].

Wielki Słownik Języka Polskiego, <https://www.wsjp.pl/>, [dostęp: 27.06.2022].

Biogramy autorów

Tadeusz Gorewoda – doktor nauk chemicznych oraz magister inżynier w zakresie technologii chemicznej (Wydział Chemiczny, Politechnika Śląska). Od 2010 roku zatrudniony w Instytucie Metali Nieżelaznych (obecnie Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych). Od lipca 2017 roku pełnił funkcję kierownika Zakładu Chemii Analitycznej, a od sierpnia 2021 roku dyrektora Centrum Chemii Analitycznej. Zakres jego zainteresowań badawczych obejmuje metody analityczne, w szczególności fluorescencyjną

spektrometrię rentgenowską, tematykę wytwarzania nowych certyfikowanych materiałów odniesienia oraz rozwiązania analityczne stosowane w przemyśle. Autor i współautor ponad 80 prac badawczych, w tym laureat konkursu LIDER IV (NCBiR), kierownik zadań w projektach międzynarodowych finansowanych w ramach programu Horyzont 2020 i Funduszy Norweskich. Autor i współautor 38 publikacji naukowych o zasięgu krajowym i międzynarodowym oraz ponad 70 prezentacji konferencyjnych. Członek grup eksperckich, m.in. Zespołu Zrównoważonego Rozwoju Izby Gospodarczej Metali Nieżelaznych i Recyklingu, grupy doradczej przy MNiE ds. partnerstw EIT Raw Materials i Process4Planet, Komitetu Technicznego KT29 Polskiego Komitetu Normalizacyjnego oraz Rady Naukowej Państwowego Instytutu Geologicznego Państwowego Instytutu Badawczego. Recenzent artykułów naukowych w czasopismach indeksowanych, takich jak „X-Ray Spectrometry”, „Spectrochimica Acta Part B”, „Analytical Methods”, „Materials” oraz „Sustainability”. Członek Polskiego Towarzystwa Chemicznego oraz Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Metali Nieżelaznych. Ekspert Naczelnej Organizacji Technicznej w dziedzinie chemia.

Marta Wolska – absolwentka kierunku technologia chemiczna na Politechnice Śląskiej. Ukończyła studia podyplomowe na kierunku quality manager. Pełni funkcję Pełnomocnika Dyrektora ds. Jakości i Wewnętrznego Systemu Kontroli w Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytucie Metali Nieżelaznych oraz Kierownika Jakości w zakresie systemów ISO/IEC 17025 i ISO 17034 w Centrum Chemii Analitycznej. Zawodowo zaangażowana w opracowywanie, wdrażanie, akredytację i utrzymywanie systemów zarządzania. Certyfikowany auditor wewnętrzny ISO/IEC 17025 oraz Zintegrowanego Systemu Zarządzania Jakością, Środowiskiem, BHP oraz Bezpieczeństwem Informacji. Autorka wielu prac rozwojowych z zakresu systemów zarządzania.

Robert Krzemień

Akademia Humanistyczno-Ekonomiczna w Łodzi

ORCID: 0000-0002-0781-1864

Wyścig do gospodarczych zasobów Arktyki

Streszczenie: Topnienie lodowców w Arktyce postępuje coraz szybciej, tworząc możliwości dotarcia do bogatych złóż surowcowych, ale i wywołując spory o prawo dostępu do nich. Region ten nie ma bowiem dotychczas ściśle określonego statusu prawnego, co rodzi nie tylko ekonomiczną, ale też polityczną rywalizację. Już dziś wydobywa się tam duże ilości paliw węglowodorowych, ale szacunki wskazują, że ich ilość może być większa, niż wskazywały to dawniejsze statystyki. Poważną barierę w ich eksploatacji stanowią dziś wymogi technologiczne, gwarantujące bezpieczeństwo (techniczne, ekologiczne) eksploatacji i konieczność ponoszenia wielkich nakładów kapitałowych. Niniejszy artykuł ukazuje rolę, jaką arktyczne zasoby surowców odgrywają i mogą odegrać w przyszłości w gospodarce światowej, zwłaszcza państw arktycznych, a także szanse, ograniczenia i zagrożenia wynikające z procesu ocieplania się klimatu. W opracowaniu posłużono się przede wszystkim analizą literatury, a także ujęciem syntetycznym i monograficznym.

Słowa kluczowe: Arktyka, kraje arktyczne, topnienie lodowców, złoża surowcowe, zmiany klimatyczne

RACE TO ECONOMIC SUPPLIES OF ARCTIC

Abstract: The melting of glaciers in the Arctic is progressing faster and faster, creating possibilities of attainment to rich resource deposits, but also causing disputes over the right access to them. This region has not a strictly defined legal status so far, which generates not only economic, but also political rivalry. Large amounts of hydrocarbon fuels are already extracted there, but estimates indicate that their amount may be greater than previously indicated. A serious barrier to their exploitation today is the technological requirements that guarantee the safety (technical, ecological) of operation and the need to incur large capital expenditures. The article shows the role that the Arctic resources of raw materials play and may play in the future in the global economy, especially in the Arctic

countries, as well as the opportunities, limitations and threats resulting from the global process. The study mainly uses the analysis of literature, as well as a synthetic and monographic approach.

Keywords: the Arctic, Arctic countries, melting of glaciers, raw materials deposits, climate changes

Wstęp

Arktyczne lodowce topnieją. Proces ten, który tak bardzo przeraża nie tylko klimatologów, ale i wszystkich badaczy zainteresowanych kwestiami około klimatycznymi, stając się zapowiedzią nieodwracalnych zmian środowiska na Ziemi, wprowadza wielki światowy biznes w stan niemalże euforii. Rozpoczęła się już rozgrywka o dostęp do złóż gazu, ropy naftowej, złóż metalicznych, ogromnych ławic rybnych, ale i nowego „pasażu” komunikacyjnego Azja–Europa.

Arktyka wyłania się z ekonomicznego niebytu wręcz błyskawicznie, jako „Nowe Eldorado”, ale to, niejako przy okazji, każe stawiać wiele zasadniczych pytań o przyszłość naszej planety, o konsekwencje nieuniknionych zmian klimatycznych, o granice rozwoju i wzrostu ekonomicznego oraz inwestycyjnego zaangażowania. Są to kwestie zupełnie zasadnicze, z racji szybko topniejących lodów w Arktyce, nabierające zupełnie nowego sensu i nowych wymiarów.

Jednym z najważniejszych problemów związanych z pracami poszukiwawczymi i wydobywczymi na terenach arktycznych, wzięwszy pod uwagę globalny i ogólnoludzki punkt widzenia, jest (bardzo realne) ryzyko wywołania nieodwracalnych szkód środowiskowych. Ekosystem Arktyki jest bowiem bardzo delikatny i – w razie niezachowania należytej ostrożności – może ulec nieodwracalnemu zniszczeniu.

Pojęcie Arktyki – wymiar geograficzny i polityczny

Arktyka, choć na pozór jej lokalizacja nie powinna sprawiać najmniejszych trudności, bywa postrzegana w wielu wymiarach przestrzennych.

Zazwyczaj przyjmuje się, że jako region geograficzny jest to obszar otaczający biegun północny, obejmujący Ocean Arktyczny oraz części terytoriów Kanady, Stanów Zjednoczonych, Danii (Grenlandia), Finlandii, Norwegii, Szwecji, Rosji i Islandii, o powierzchni sięgającej aż 27 mln km²¹. Przyjmuje się zatem, iż ten wielki obszar rozciąga się do szerokości geograficznej północnej 66°33'N (północne koło podbiegunowe lub inaczej północne koło polarne)².

Według innego kryterium określony w ten sposób obszar jest zbyt szeroki, zaś Arktyka jest strefą, której południową granicę wyznacza linia lipcowej izotermy +10°C, będąca jednocześnie granicą występowania drzew i lasów na północnej półkuli³. Liczni specjaliści opowiadają się więc raczej za ograniczeniem terytorium Arktyki do tzw. granicy klimatycznej, czy też granicy botanicznej⁴.

Kilka innych definicji bierze pod uwagę zasięg koła podbiegunowego lub nawet odległość od bieguna i wiele innych czynników. Zgodnie z definicją encyklopedyczną, Arktyka jest obszarem o powierzchni 21 mln km², usytuowanym na półkuli północnej, obejmującym m.in. Ocean Arktyczny, wraz z oceanicznymi wyspami, w tym Grenlandią oraz borealne powierzchnie Europy, Azji i Ameryki⁵.

Za kryterium przypisujące poszczególne państwa do krajów arktycznych uznaje się stałe członkostwo w **Radzie Arktycznej**; według tego kryterium do grupy państw arktycznych należą zatem: Federacja Rosyjska, Kanada, Stany Zjednoczone, Norwegia, Dania (Grenlandia i Wyspy Owcze), Szwecja, Finlandia oraz Islandia⁶.

¹ A. Makowski, *Wspólne dziedzictwo czy wspólny problem*, „Prawo Morskie” 2008, t. XXIV, s. 145.

² A. Głogowska-Balcerzak, *Do kogo będzie należeć biegun? Status prawny Arktyki*, <http://stosunki.pl/?q=content/do-kogo-b%C4%99dzie-nale%C5%BCe%C4%87-biegun-status-prawny-arktyki>, [dostęp: 11.07.2020].

³ P. Graczyk, *Arktyka i geopolityka*, „Przegląd Geopolityczny” 2010, t. 2, s. 121.

⁴ D. Malinowski, *Surowcowy skarbiec Arktyki czeka na otwarcie*, <http://www.portalmorski.pl/offshore/nafta-i-gaz-offshore/32799-surowcowy-skarbiec-arktyki-czeka-na-otwarcie>, [dostęp: 13.06.2021].

⁵ M. Karolczuk-Kędziarska, *Encyklopedia podręczna*, (hasło „Arktyka”), Kraków 2002, s. 56.

⁶ P. Graczyk, *Arktyka i geopolityka*, „Przegląd Geopolityczny” 2010, t. 2, s. 122.

Globalne ocieplenie a możliwości dotarcia do zasobów Arktyki

Wielki wpływ na przyszłe zagospodarowanie i wykorzystanie zasobów Arktyki będzie z pewnością wywierał czynnik klimatyczny, choć do dziś wiele arktycznych rejonów przez sporą część roku pozostaje skutych lodem (prognozy klimatyczne przewidują daleko idące zmiany). To właśnie zmiany klimatu są uznawane za największe wyzwanie dla Arktyki, będącej – w skali globalnej – miejscem bardzo szczególnym; nie tylko jednym z głównych „regulatorów” globalnego klimatu, ale jednocześnie jednym ze „wskaźników” skali i tempa globalnych zmian klimatycznych⁷.

Region ten jest szczególnie narażony na zmiany klimatyczne z uwagi na proces „wzmocnienia arktycznego”⁸, którego efektem staje się dwu-, a nawet trzy- krotnie szybsze ocieplanie się Arktyki, w porównaniu ze średnią światową⁹, co powodowało przyspieszone topnienie nie tylko lodu pokrywającego ląd i morze (w efekcie podnoszenie się poziomu mórz), ale też topnienie wiecznej zmarzliny w części lądowej¹⁰.

W efekcie zarówno zmiany klimatyczne w Arktyce, jak i ich możliwe konsekwencje stały się obiektem żywego zainteresowania – nie tylko ze strony państw arktycznych, choć dotąd samo zainteresowanie

⁷ A. Stępień, *Zmiany klimatyczne i ochrona środowiska*, [w:] *Cele i narzędzia polskiej polityki arktycznej*, P. Graczyk, M. Łuszczuk, A. Stępień, M. Śmieszek (red.), Warszawa 2015, s. 106 i nast.

⁸ Zjawisko to jest rezultatem m.in. znacznie większej absorpcji energii słonecznej przez (pokryte coraz bardziej wątlą pokrywą śnieżną i lodową) powierzchnie arktycznych wód i lądów, mających wyższy współczynnik albedo. Patrz: *Ibidem*, s. 107.

⁹ Badania naukowe jednoznacznie dowodzą, że obszary polarne półkuli północnej są regionem, w którym globalne ocieplenie postępuje najszybciej w skali świata, zaś towarzyszące temu przeobrażenia środowiska są najbardziej widoczne. Patrz: M. Sobolewski, *Globalne wyzwania w Arktyce*, „INFOS, Zagadnienia Społeczno-Gospodarcze” 23 I 2014, nr 2(162).

¹⁰ *KE chce zakazu pozyskiwania nowych złóż ropy naftowej, węgla i gazu w Arktyce*, <https://www.bankier.pl/wiadomosc/KE-chce-zakazu-pozyskiwania-nowych-zloz-ropy-naftowej-węgla-i-gazu-w-Arktyce-8205134.html>, [dostęp: 11.03.2022].

nie znalazło przełożenia na bardziej radykalne i skuteczne działania powstrzymujące – być może już nieodwracalne – zmiany. Tymczasem zmniejszenie się powierzchni obszarów zalodzonych oceanu Arktyki zmieni klimat nie tylko lokalnie w rejonie Arktyki, lecz również w obszarach odległych. Przewiduje się, że na lądzie strefa lasów tajgi przesunie się w rejony tundry, a tundra w rejony polarnych pustyń, o ile ich granicą nie będzie brzeg morza. Znikną więc dotychczasowe, a powstaną całkiem nowe ekosystemy i zespoły, w postaci trudnej do przewidzenia. Równie poważny wpływ na środowisko arktyczne wywierają nie tylko ogólne zmiany klimatyczne, ale także różne zanieczyszczenia, przemieszczające się ku biegunowi, choć powstające nieraz daleko na południe od koła podbiegunowego¹¹. Zatem z uwagi nie tylko na globalny charakter zmian klimatycznych, ale i na dalekosiężne oddziaływanie zanieczyszczeń, polityka wobec Arktyki winna być szczególnie dobrze przemyślana i wyważona.

Przez większą część dziejów ludzkości świat „powyżej” 66 równoleżnika był niedostępny nie tylko dla wielkoskalowej żeglugi morskiej, ale i dla jakiegokolwiek ekonomicznej eksploatacji¹², więc do niedawna jeszcze Arktyka wydawała się być obszarem w istocie nienadającym się do wykorzystania przez człowieka¹³. Eksplorację, pozwalającą na wykorzystanie tego ogromnego arktycznego potencjału, powstrzymywał przede wszystkim zabójczy mróz¹⁴. Tym samym Arktyka do niedawna jeszcze kojarzyła się głównie z badaniami naukowymi (dość ograniczonymi z racji niesprzyjającego klimatu)¹⁵. Zmianę tego podejścia przynoszą jednak

¹¹ A. Stępień, *Zmiany klimatyczne...*, *op.cit.*, s. 106.

¹² N. Shea, *Arktyka stała się nowym polem walki o surowce. Topnienie lodu napędza spór*, <https://www.national-geographic.pl/artukul/arktyka-jako-pole-walki-o-bogactwo-surowcow>, [dostęp: 11.08.2020].

¹³ R. Weitz, *Rywalizacja między mocarstwami w Arktyce rośnie. USA nie są gotowe na wyciąg z Rosją*, <https://businessinsider.com.pl/wiadomosci/rywalizacja-miedzy-mocarstwami-w-arktyce-rosnie-usa-nie-sa-gotowe-na-wycig-z-rosja/j6wlm2g>, [dostęp: 07.08.2020].

¹⁴ N. Shea, *Arktyka stała się nowym polem walki o surowce. Topnienie lodu napędza spór*, <https://www.national-geographic.pl/artukul/arktyka-jako-pole-walki-o-bogactwo-surowcow>, [dostęp: 11.08.2020].

¹⁵ P. Zaleski, *Arktyka – nowe pole walki o surowce energetyczne*, <https://energetyka24.com/arktyka-nowe-pole-walki-o-surowce-energetyczne>, [dostęp: 09.08.2020].

doskonale zauważalne w ostatnich latach zmiany klimatu¹⁶, a raczej skutki tych zmian, które można zaobserwować przede wszystkim na obszarach polarnych, w tym właśnie arktycznych. W wyniku topnienia lodowców coraz większe obszary lądu i wód oceanicznych w Arktyce są odsłaniane, a zatem możliwe do eksploatacji¹⁷.

Bezdiskusyjnym faktem pomiarowym jest regularny i znaczący spadek zasięgu pokrywy lodowej Arktyki¹⁸; rozpad pokrywy lodowej Arktyki postępuje w tempie, którego nie przewidzieli naukowcy zajmujący się badaniami Arktyki i zmian klimatu¹⁹. Szacuje się, że do końca tego stulecia lodowa „korona” otaczająca północny biegun może całkowicie zniknąć z powierzchni Ziemi, odsłaniając nie tylko nowe szlaki morskie, ale przede wszystkim umożliwiając dostęp do ukrywanych przez miliony lat zasobów surowców²⁰. Już dziś jednak najbardziej widoczna i najbardziej niepokojąca, a jednocześnie budząca wielkie nadzieje, zmiana w Arktyce zaszła z pewnością na morzu, gdzie letni lód znika w iście zastraszającym tempie²¹. Oczywiście, pływająca tafla lodu zawsze kurczyła się w cieplejszych miesiącach i ponownie narastała wraz z nadejściem zimy, ale skala jej zaniku w ostatnich latach stała się bezprecedensowa, a zdaniem wielu naukowców przyspiesza²². Obserwatorzy

¹⁶ A. Leszkiewicz, *Bogactwa Arktyki – kto bije się o ukryte surowce Arktyki?*, <https://hotmoney.pl/bogactwa-arktyki-kto-bije-sie-o-ukryte-surowce-arktyki/>, [dostęp: 19.08.2020].

¹⁷ J. Rutkowski, *Zmiany klimatyczne w Arktyce – szanse i zagrożenia dla Rosji*, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/bez-kategorii/rotator/zmiany-klimatyczne-w-arktyce-szanse-i-zagrozenia-dla-rosji/>, [dostęp: 13.08.2020].

¹⁸ *Topnienie lodów Arktyki*, <http://ziemianarozdrozu.pl/encyklopedia/87/topnienie-lodow-arktyki/>, [dostęp: 13.08.2020].

¹⁹ S. Rakusa-Suszczewski, *Arktyka liczy na naukę*, http://www.sprawynauki.edu.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=308&catid=10&Itemid=18, [dostęp: 07.08.2020].

²⁰ A. Głogowska-Balcerzak, *Do kogo będzie należeć biegun? Status prawny Arktyki*, <http://stosunki.pl/?q=content/do-kogo-b%C4%99dzie-nale%C5%BCe%C4%87-biegun-status-prawny-arktyki/>, [dostęp: 11.07.2020].

²¹ N. Shea, *Arktyka stała się nowym polem walki o surowce. Topnienie lodu napędza spór*, <https://www.national-geographic.pl/artukul/arktyka-jako-pole-walki-o-bogactwo-surowcow>, [dostęp: 11.08.2020].

²² P. Zaleski, *Arktyka – nowe pole walki o surowce energetyczne*, <https://energetyka24.com/arktyka-nowe-pole-walki-o-surowce-energetyczne>, [dostęp: 09.08.2020].

z NASA szacują, iż co roku Arktyka traci przeciętnie 54 tys. km² lodu. Amerykański Narodowy Raport Klimatyczny z 2014 r. dowodzi, że do 2050 r. Ocean Arktyczny w lecie może być zupełnie wolny od lodu²³, choć niektóre prognozy klimatyczne przewidują, że stanie się to nawet już ok. roku 2040²⁴.

Globalne ocieplenie, „odsłaniające” coraz więcej miejsc dotychczas pokrytych wiecznym lodem sprawia, iż rośnie zainteresowanie poszczególnych państw i społeczności międzynarodowej północnym kołem podbiegunowym²⁵, a presja wynikająca z rosnącego w galopującym tempie popytu na energię i jej źródła skłania do bardziej „przychylnego” spojrzenia na inwestycje w tym regionie, do tej pory uznawane za zbyt ryzykowne²⁶. W efekcie niemal cała dzisiejsza polityka państw arktycznych, motywowana zapewne wieloma czynnikami, dowodzi, że kluczowymi stały się możliwości poczynione przez postępujące topnienie arktycznej pokrywy lodowej²⁷. Otwiera to zupełnie nowe możliwości rozwijania aktywności gospodarczej²⁸ – głównie dla państw tzw. Arktycznej Piątki, tj. Kanady, Danii, Rosji, USA i Norwegii²⁹.

Topniejące lody w Arktyce podsycają dyskusje przede wszystkim o eksploatacji coraz łatwiej dostępnych surowców (będzie je również łatwiej

²³ N. Shea, *Arktyka stała się nowym polem walki o surowce. Topnienie lodu napędza spór*, <https://www.national-geographic.pl/arttykul/arktyka-jako-pole-walki-o-bogactwo-surowcow>, [dostęp: 11.08.2020].

²⁴ J. Rutkowski, *Zmiany klimatyczne w Arktyce – szanse i zagrożenia dla Rosji*, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/bez-kategorii/rotator/zmiany-klimatyczne-w-arktyce-szanse-i-zagrozenia-dla-rosji/>, [dostęp: 13.08.2020].

²⁵ R. Weitz, *Rywalizacja między mocarstwami w Arktyce rośnie. USA nie są gotowe na wyciąg z Rosją*, <https://businessinsider.com.pl/wiadomosci/rywalizacja-miedzy-mocarstwami-w-arktyce-rosnie-usa-nie-sa-gotowe-na-wycig-z-rosja/j6wlm2g>, [dostęp: 07.08.2020].

²⁶ *Bogactwo skryte pod lodem*, <http://ebe.org.pl/nasz-temat/bogactwo-skryte-pod-lodem.html>, [dostęp: 22.07.2020].

²⁷ *Rozbiór Arktyki*, <http://www.national-geographic.pl/arttykuly/pokaz/rozbior-arktyki/>, [dostęp: 11.07.2020].

²⁸ P. Graczyk, *Transport morski i przemysł stoczniowy*, [w:] *Cele i narzędzia polskiej polityki arktycznej*, P. Graczyk, M. Łuszczuk, A. Stępień, M. Śmieszek (red.), Warszawa 2015, s. 149.

²⁹ P. Zaleski, *Arktyka – nowe pole walki o surowce energetyczne*, <https://energetyka24.com/arktyka-nowe-pole-walki-o-surowce-energetyczne>, [dostęp: 09.08.2020].

transportować), często o wręcz unikatowym charakterze³⁰ (choć dziś myśli się głównie o wydobyciu ropy i gazu³¹, ale znajdują się tam pokłady rzadkich minerałów, przede wszystkim metali³²) oraz o możliwościach intensyfikacji żeglugi arktycznej³³ z Azji na Zachód, do Europy³⁴ i Ameryki Północnej³⁵ (trasa wiodąca przez obszary arktyczne skracałaby czas transportu towarów nawet o połowę³⁶), a w związku z tym obniżeniu kosztów transportu morskiego³⁷.

Dalsze ocieplanie się wód oceanicznych na Północy może mieć również wpływ na migracje ławic ryb w obrębie wód nad szelfami kontynentalnymi³⁸ i wykorzystanie (wciąż) bogatych, arktycznych łowisk³⁹.

Wyścig po bogactwa naturalne, ukryte pod powierzchnią i na dnie Oceanu Arktycznego już się rozpoczął i nabiera coraz większego tempa,

³⁰ A. Leszkiewicz, *Bogactwa Arktyki – kto bije się o ukryte surowce Arktyki?*, <https://hotmoney.pl/bogactwa-arktyki-kto-bije-sie-o-ukryte-surowce-arktyki/>, [dostęp: 19.08.2020].

³¹ *Trzeci kraj zgłosił roszczenia do bieguna północnego. W tle zmiany klimatu i spór o złoża surowców*, <https://businessinsider.com.pl/polityka/kanada-zglosila-rozszczenia-do-bieguna-polnocnego-w-arktyce/7lspbxy>, [dostęp: 11.06.2020].

³² P. Zaleski, *Arktyka – nowe pole walki o surowce energetyczne*, <https://energetyka24.com/arktyka-nowe-pole-walki-o-surowce-energetyczne>, [dostęp: 09.08.2020].

³³ D. Jankowski, *Lodowy skarbiec*, <https://psz.pl/124-polityka/dominik-jankowski-lodowy-skarbiec>, [dostęp: 05.08.2020].

³⁴ *Trzeci kraj zgłosił roszczenia do bieguna północnego. W tle zmiany klimatu i spór o złoża surowców*, <https://businessinsider.com.pl/polityka/kanada-zglosila-rozszczenia-do-bieguna-polnocnego-w-arktyce/7lspbxy>, [dostęp: 11.06.2020].

³⁵ T. Bielecki, *Wyzwania dla Arktyki. Zmiany klimatyczne, Chiny czy Rosja?*, <https://www.dw.com/pl/wyzwania-dla-arktyki-zmiany-klimatyczne-chiny-czy-rosja/a-54873403>, [dostęp: 19.02.2022].

³⁶ R. Weitz, *Rywalizacja między mocarstwami w Arktyce rośnie. USA nie są gotowe na wyścig z Rosją*, <https://businessinsider.com.pl/wiadomosci/rywalizacja-miedzy-mocarstwami-w-arktyce-rosnie-usa-nie-sa-gotowe-na-wyscig-z-rosja/j6wlm2g>, [dostęp: 07.08.2020].

³⁷ M. Łuszczuk, A. Stępień, *Surowce energetyczne i nieenergetyczne*, [w:] *Cele i narzędzia polskiej polityki arktycznej*, P. Graczyk, M. Łuszczuk, A. Stępień, M. Śmieczek (red.), Warszawa 2015, s. 139.

³⁸ A. Stępień, *Zmiany klimatyczne...*, *op.cit.*, s. 108.

³⁹ J. Rutkowski, *Zmiany klimatyczne w Arktyce – szanse i zagrożenia dla Rosji*, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/bez-kategorii/rotator/zmiany-klimatyczne-w-arktyce-szansy-i-zagrozenia-dla-rosji/>, [dostęp: 13.08.2020].

a – zgodnie z badaniami naukowymi – jest to rywalizacja o niebagatel-
n stawkę⁴⁰.

Arktyczne zasoby surowcowe

Z racji potencjalnego wzrostu znaczenia eksploatacji zasobów natural-
nych w regionie arktycznym, jego kondycja gospodarcza wydaje się byc
ściśle powiązana ze światowym popytem na surowce (a ten wydaje się
dziś nie tylko rosnący, ale i trudny do zaspokojenia) oraz z możliwoś-
ci zaspokojenia tego popytu przez stworzenie odpowiedniej podaży⁴¹.

Aktywność ekonomiczna w Arktyce, dotycząca eksploatacji złóż wę-
głowodorów, trwa już od dawna, zwłászcza na obszarze Ameryki Północ-
nej, natomiast zainteresowanie surowcami w europejskiej części Arktyki
pojawiło się stosunkowo późno.

Potencjał surowcowy Arktyki był częściowo rozpoznany już na po-
czątku XX w., a Stany Zjednoczone i Kanada rozpoczęły wydobycie ropy
naftowej w rejonie arktycznym w latach dwudziestych XX w. W 1923 r.
Stany Zjednoczone utworzyły na Alasce rezerwy ropy naftowej, zaś ko-
mercyjne wydobycie na wielką skalę rozpoczęło się w latach sześćdzie-
sitych, po odkryciu potężnych złóż ropy naftowej w Zatoce Prudhoe;
dopiero jednak po kryzysie naftowym w 1973 r. rząd USA wsparł finan-
sowo i organizacyjnie rodzime wydobycie na Alasce, w celu możliwego
skompensowania zmniejszenia importu surowca z krajów OPEC⁴².

Także na wodach północnych, zwłászcza Morza Norweskiego i Morza
Północnego, eksploatacja surowców jest datowana na czas dłuugo przed
tym, zanim proces ocieplania klimatu zaczął byc dostrzegalny na obecną
skalę, ale jej podstawowym wyznacznikiem, tak jak jest to obecnie, były

⁴⁰ S. Rakusa-Suszczewski, *Arktyka liczy na naukę*, http://www.sprawynauki.edu.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=308&catid=10&Itemid=18, [dostęp: 07.08.2020].

⁴¹ A. Stępień, *Rozwój społeczno-gospodarczy*, [w:] *Cele i narzędzia polskiej polityki arktycznej*, P. Graczyk, M. Łuszczuk, A. Stępień, M. Śmieszek (red.), Warszawa 2015, s. 127.

⁴² *Arktyka jako nowy obszar geopolitycznej rywalizacji państw i mocarstw*, Raport Fundacji Amicus Europae, Warszawa 2013, s. 6.

względy energetyczne. Morze Norweskie i Morze Północne dysponowały bogatymi pokładami surowców energetycznych – ropy naftowej i gazu ziemnego, więc zaangażowanie wysiłków ekonomicznych koncentrowało się na kwestiach eksploatacji złóż, a proces ten doprowadził w ostatnim czasie do ich gwałtownego kurczenia⁴³. Pewnym rozwiązaniem sytuacji kurczenia się zasobów eksploatowanych od lat złóż jest dotarcie do złóż ropy naftowej i gazu ziemnego obszaru Morza Barentsa – ten akwen zawiera w sobie ogromne pokłady, które odkryto dopiero w latach osiemdziesiątych XX w. w rejonach należących do Norwegii (złóżo Snohvit) i Związku Radzieckiego (złóża Sztokmana i Prirazlomnoye). Jednak ze względu na panujące tam jeszcze do niedawna warunki klimatyczne, ich eksploatacja była wyjątkowo trudna i mało opłacalna. Dopiero postępujące w ostatnich latach zmiany uwarunkowań klimatycznych pozwoliły na rozpoczęcie badań geologicznych, w celu zlokalizowania i dokładniejszego oszacowania zasobności złóż, a także na pierwsze, próbne odwierty. Do dzisiaj jednak Norwegia i Federacja Rosyjska wydobywają tam tylko śladowe ilości surowca⁴⁴. Niemniej, wszelkie badania geologiczne – niezależnie od osiągniętych wyników – potwierdzają, że obszary arktyczne są bogate w ropę naftową i gaz ziemny oraz złoża metali⁴⁵.

W Arktyce znajdują się bogate złoża rzadkich minerałów, m.in. cynku, manganu, ołowiu, niklu, kobaltu, uranu, platyny, złota⁴⁶, ale też diamentów⁴⁷ i innych cennych minerałów, w tym metali ziem rzadkich⁴⁸. Spod lodu zdaje się zatem wyłaniać niemal cała tablica Mendelejewa.

⁴³ M. Jarocki, *Polityka Norwegii wobec Arktyki*, http://www.stosunkimiedzynarodowe.info/artykul,1346,Polityka_Norwegii_wobec_Arktyki, [dostęp: 16.06.2020].

⁴⁴ *Arktyka jako...*, *op.cit.*, s. 6.

⁴⁵ H. Kozieł, *Arktyka nowym regionem konfliktów surowcowych*, <https://www.parkiet.com/gospodarka-swiatowa/art20814311-arktyka-nowym-regionem-konfliktow-surowcowych>, [dostęp: 09.08.2020].

⁴⁶ A. Leszkiewicz, *Bogactwa Arktyki – kto bije się o ukryte surowce Arktyki?*, <https://hotmoney.pl/bogactwa-arktyki-kto-bije-sie-o-ukryte-surowce-arktyki/>, [dostęp: 19.08.2020].

⁴⁷ J. Rutkowski, *Zmiany klimatyczne w Arktyce – szanse i zagrożenia dla Rosji*, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/bez-kategorii/rotator/zmiany-klimatyczne-w-arktyce-szansy-i-zagrozenia-dla-rosji/>, [dostęp: 13.08.2020].

⁴⁸ M. Łuszczuk, A. Stępień, *Surowce...*, *op.cit.*, s. 139.

Coraz wyższe ceny surowców budzą rosnące zainteresowanie wydobyciem arktycznych surowców nieenergetycznych⁴⁹. Nie one jednak są uznawane za największe z arktycznych bogactw – największe znaczenie zdają się mieć bogate pokłady surowców energetycznych. Choć dotychczasowe dowody naukowe zdawały się wskazywać, iż potencjał naftowy głębokich mórz jest zazwyczaj dość niski, to Arktyka pozostaje jednym z niewielu miejsc na świecie, gdzie pokłady tych surowców, w wielkiej obfitości, zalegają nie głębiej niż 500 metrów pod powierzchnią oceanu⁵⁰; mogą one stanowić nawet dziesiątki procent nieodkrytych jeszcze złóż⁵¹. Oczywiście wydaje się świadomość, że uzyskanie zwierzchnictwa (ekonomicznego, ale i politycznego) nad Arktyką oznacza dostęp do ogromnych złóż paliw, które mają ogromny wpływ na pozycję ekonomiczną kraju w skali światowej⁵².

Według amerykańskiego raportu (Amerykańskiej Ankiety Geologicznej), przygotowanego przez US Geological Survey w 2008 r., pod lodami Arktyki znajduje się ok. 30% nieodkrytych światowych złóż gazu ziemnego⁵³, co daje w przeliczeniu niemal 47 bln m³ oraz ok. 13% nieeksploatowanych światowych złóż ropy naftowej⁵⁴, czyli między 40 a 160 miliardów baryłek (zapewne ok. 90 miliardów baryłek) tego surowca⁵⁵, co wystarczyłoby na pełne pokrycie światowych potrzeb energetycznych

⁴⁹ *Ibid.*

⁵⁰ *W Arktyce może znajdować się dwa razy więcej ropy niż sądziliśmy*, <http://ziemianarozdrozu.pl/artukul/385/w-arktyce-moze-znajdowac-sie-dwa-razy-wiecej-ropy-niz-sadzilismy>, [dostęp: 13.08.2020].

⁵¹ *Bogactwo skryte pod lodem*, <http://ebe.org.pl/nasz-temat/bogactwo-skryte-pod-lodem.html>, [dostęp: 22.07.2020].

⁵² M. Kośka, *Zainteresowanie Arktyką*, <http://www.stosunkimiedzynarodowe.pl/zainteresowanie-arktyk%C4%85>, [dostęp: 13.06.2020].

⁵³ P. Cizak, *Arktyka nowym El Dorado Putina. Rosja szykuje się do wojny o surowce ukryte pod lodem*, <https://www.money.pl/gospodarka/wiadomosci/artukul/arktyka-ropa-gaz-rosja-usa,23,0,2320151.html>, [dostęp: 22.09.2021].

⁵⁴ A. Leszkiewicz, *Bogactwa Arktyki – kto bije się o ukryte surowce Arktyki?*, <https://hotmoney.pl/bogactwa-arktyki-kto-bije-sie-o-ukryte-surowce-arktyki/>, [dostęp: 19.08.2020].

⁵⁵ P. Cizak, *Arktyka nowym El Dorado Putina. Rosja szykuje się do wojny o surowce ukryte pod lodem*, <https://www.money.pl/gospodarka/wiadomosci/artukul/arktyka-ropa-gaz-rosja-usa,23,0,2320151.html>, [dostęp: 22.09.2021].

przez kilka lat⁵⁶. Do tego należałoby dodać miliardy baryłek kondensatu ropy naftowej, czyli surowca niemal zawsze towarzyszącego zasobom gazu ziemnego⁵⁷; jego eksploatacja na skalę przemysłową może być możliwa już przed 2030 r.⁵⁸

Amerykańskie szacunki zasobów Arktyki zdają się potwierdzać badania realizowane przez geologów rosyjskich⁵⁹. Wartość surowców tego regionu może być zatem liczona w bilionach dolarów⁶⁰, więc całkowicie zrozumiałym jest rosnące od lat zainteresowanie możliwościami eksploatacji zasobów arktycznych tych surowców, zlokalizowanych na obszarach przybrzeżnych oraz morskich (*offshore*)⁶¹.

Według nieco późniejszych analiz amerykańskich służb geologicznych, prognozowane w 2008 r. zasoby węglowodorów w Arktyce mogą być nieco przeszacowane⁶². Zasoby ropy naftowej oceniono bowiem za ledwie na 7% rozpoznanych źródeł światowych, przy tym nie byłyby one skoncentrowane w kilku większych złożach, lecz rozproszone w różnych częściach Arktyki (ok. 30% znajduje się w rejonie Alaski). Nieco większe są za to zasoby gazu ziemnego, szacowane na 26% światowych zasobów potwierdzonych przez badania geologiczne, co oznacza, że dane te niewiele odbiegałyby od pierwszych szacunków amerykańskich i rosyjskich, mówiących o 30% światowych zasobów. Ogółem udział gazu w progno-

⁵⁶ *W Arktyce może znajdować się dwa razy więcej ropy niż sądziliśmy*, <http://ziemianarozdrozu.pl/arttykul/385/w-arktyce-moze-znajdowac-sie-dwa-razy-wiecej-ropy-niz-sadzilismy>, [dostęp: 13.08.2020].

⁵⁷ J. Rutkowski, *Zmiany klimatyczne w Arktyce – szanse i zagrożenia dla Rosji*, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/bez-kategorii/rotator/zmiany-klimatyczne-w-arktyce-szanse-i-zagrozenia-dla-rosji/>, [dostęp: 13.08.2020].

⁵⁸ P.F. Johnston, *Arktyka rękojmią bezpieczeństwa energetycznego Europy?*, „Sektor Ropy i Gazu” 2019, nr 3(46).

⁵⁹ W. Ross, *Zimna Arktyka jeszcze długo będzie podgrzewać emocje*, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/bez-kategorii/rotator/zimna-arktyka-jeszcze-dlugo-bedzie-podgrzewac-emocje/>, [dostęp: 13.08.2020].

⁶⁰ J. Rutkowski, *Zmiany klimatyczne w Arktyce – szanse i zagrożenia dla Rosji*, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/bez-kategorii/rotator/zmiany-klimatyczne-w-arktyce-szanse-i-zagrozenia-dla-rosji/>, [dostęp: 13.08.2020].

⁶¹ M. Łuszczuk, A. Stępień, *Surowce...*, *op.cit.*, s. 136.

⁶² W. Ross, *Zimna Arktyka jeszcze długo będzie podgrzewać emocje*, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/bez-kategorii/rotator/zimna-arktyka-jeszcze-dlugo-bedzie-podgrzewac-emocje/>, [dostęp: 13.08.2020].

zowanych zasobach węglowodorów w Arktyce wynosiłby 78%, zaś ropy naftowej – tylko 22%⁶³. To jednak wciąż bardzo wiele.

Nader istotne, obok wielkości zasobów, jest oczywiście ich położenie, które może stać się powodem narastania i nasilania się konfliktów między państwowych, zwłaszcza wzięwszy pod uwagę to, że wiele tych złóż leży w granicach szelfu kontynentalnego⁶⁴, stanowiącego podwodne przedłużenie kontynentów i zasięgu wyłącznych stref ekonomicznych poszczególnych państw⁶⁵. Jest to kwestia o tyle drażliwa, że ponad połowa zasobów energetycznych Arktyki zlokalizowana miałaby być w wyłącznej strefie ekonomicznej Rosji⁶⁶, co oczywiście może mieć duże znaczenie dla bezpieczeństwa energetycznego Europy i świata⁶⁷.

W przeciwieństwie do Antarktydy, tereny arktyczne, a zwłaszcza biegun północny, nie mają wciąż określonego statusu prawnego; nie zostały objęte postanowieniami żadnego oficjalnego traktatu międzynarodowego⁶⁸. Dotąd wprowadzić państwa arktyczne ściśle przestrzegały zapisów Konwencji ONZ o Prawie Morza (włączając w to nawet Stany Zjednoczone, które Konwencji tej nie ratyfikowały)⁶⁹, ale nie można mieć przecież absolutnej pewności, że prawo to wciąż będzie przestrzegane.

⁶³ *Zimna Arktyka jeszcze długo będzie podgrzewać emocje*, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/bez-kategorii/rotator/zimna-arktyka-jeszcze-dlugo-bedzie-podgrzewac-emocje/>, [dostęp: 13.08.2020].

⁶⁴ T. Kijewski, *Rywalizacja o surowce energetyczne w Arktyce*, „Bezpieczeństwo Narodowe” 2009, nr 9–10, s. 276.

⁶⁵ M. Łuszczuk, A. Stępień, *Surowce...*, *op.cit.*, s. 137.

⁶⁶ Bezwzględna większość rozpoznanych zasobów gazu (ponad 70%) znajduje się w przybrzeżnej strefie szelfu, w basenie zachodniosyberyjskim (40%), wschodniej części Morza Barentsa (19%), ale też w rejonie Alaski (13%). Perspektywicznymi regionami są zaś Morze Karskie i Morze Łaptiewów. Tym samym większa część potencjalnych zasobów Arktyki już obecnie znajduje się, zgodnie z prawem morza, w strefie rosyjskiego szelfu kontynentalnego. Patrz: W. Ross, *Zimna Arktyka jeszcze długo będzie podgrzewać emocje*, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/bez-kategorii/rotator/zimna-arktyka-jeszcze-dlugo-bedzie-podgrzewac-emocje/>, [dostęp: 13.08.2020].

⁶⁷ *Arktyka jako nowy...*, *op.cit.*, s. 7.

⁶⁸ A. Leszkiewicz, *Bogactwa Arktyki – kto bije się o ukryte surowce Arktyki?*, <https://hotmoney.pl/bogactwa-arktyki-kto-bije-sie-o-ukryte-surowce-arktyki/>, [dostęp: 19.08.2020].

⁶⁹ M. Łuszczuk, A. Stępień, *Surowce...*, *op.cit.*, s. 137.

Rywalizacja toczy się głównie pomiędzy **Arktyczną Piątką**, czyli państwami, których terytoria częściowo leżą za kręgiem polarnym (**Rosja, Stany Zjednoczone, Kanada, Norwegia i Dania**). Państwa te jednak, chcąc eksploatować złoża, muszą (i starają się) udowodnić, iż znajdują się one w obrębie ich szelfu kontynentalnego⁷⁰. Z możliwości wydobycia ropy i gazu znajdujących się na szelfach będą zatem korzystały te państwa arktyczne, które posiadają tam swoje ekonomiczne strefy⁷¹.

Ropa naftowa i gaz ziemny, a nawet węgiel kamienny⁷², są już od kilkudziesięciu lat pozyskiwane, na skalę wręcz przemysłową, ze złóż na lądowych obszarach subarktycznych i arktycznych, głównie w Norwegii, Kanadzie oraz Rosji (przy czym większość eksploatowanych tam złóż została odkryta jeszcze w XX w.)⁷³.

Choć dotąd plany eksploatacji arktycznych surowców nie weszły jeszcze w decydującą fazę, to w wyścigu o miliardy ukryte pod lodem zdecydowany prym wiedzie Rosja⁷⁴. Już dziś ropa z koła podbiegunowego trafia do rosyjskich rurociągów, a Gazociąg Jamalski wciąż transportuje paliwo do Europy (choć wojna na Ukrainie może wszystko gwałtownie zmienić). W tym regionie koncentruje się do 60% rosyjskiego wydobycia miedzi, ponad 90% niklu i kobaltu, ponad 60% miedzi i złota, duża część rosyjskich diamentów, 100% antymonu, apatytów, flogopitu, wermikulitu,

⁷⁰ A. Leszkiewicz, *Bogactwa Arktyki – kto bije się o ukryte surowce Arktyki?*, <https://hotmoney.pl/bogactwa-arktyki-kto-bije-sie-o-ukryte-surowce-arktyki/>, [dostęp: 19.08.2020].

⁷¹ *Arktyka to potencjał dla żeglugi i bogactwo surowców*, <http://laboratoria.net/aktualnosci/17463.html>, [dostęp: 15.08.2020].

⁷² Jego pokłady, pozyskiwane przez Rosję, systematycznie jednak maleją. Patrz: E. Sarnecki, T. Sutterud, E. Ulven, A. Wolska, *Rywalizacja o surowce w Arktyce: Norwegia planuje wydobycie na dziewiczych terenach. Co robi Rosja?*, <https://www.euractiv.pl/section/energia-i-srodowisko/news/norwegia-ropa-arktyka-rosja>, [dostęp: 08.06.2021].

⁷³ E. Sarnecki, T. Sutterud, E. Ulven, A. Wolska, *Rywalizacja o surowce w Arktyce: Norwegia planuje wydobycie na dziewiczych terenach. Co robi Rosja?*, <https://www.euractiv.pl/section/energia-i-srodowisko/news/norwegia-ropa-arktyka-rosja>, [dostęp: 08.06.2021].

⁷⁴ P. Ciszak, *Arktyka nowym El Dorado Putina. Rosja szykuje się do wojny o surowce ukryte pod lodem*, <https://www.money.pl/gospodarka/wiadomosci/artukul/arktyka-ropa-gaz-rosja-usa,23,0,2320151.html>, [dostęp: 22.09.2021].

barytu, metali ziem rzadkich, ponad 95% platynoidów⁷⁵. W wiecznej zmarzlinie może być też wciąż ok. 15% rosyjskiej ropy i 80% gazu⁷⁶.

Na obszar arktyczny Rosji przypada także ponad 1/3 połowów ryb i owoców morza⁷⁷.

Rosja uważa zatem (poniekąd słusznie) strefę arktyczną, obejmującą obszar 9 mln km² (czyli aż 40% całej powierzchni Arktyki) za swą strategiczną bazę surowcową; już dziś generuje ona do 15% PKB tego wielkiego kraju⁷⁸. Północne terytoria Rosji są też od lat zamieszkane – zlokalizowano tam nawet duże miasta, jak Murmańsk czy Norylsk⁷⁹.

Nie mniej istotną, zwłaszcza z punktu widzenia globalnego bezpieczeństwa żywnościowego, jest również kwestia eksploatacji zasobów fauny regionu arktycznego; wody północne stanowią bowiem wręcz idealne środowisko życia różnych gatunków ryb⁸⁰. Wskutek postępujących zmian klimatycznych i deglacji morza, odkrywają się obszary niedostępne dotychczas dla rybołówstwa i różnych jego odmian, połowów nie tylko ryb, ale i krabów, krewetek, kalmarów, nawet glonów. Będzie można zatem z pewnością rozszerzyć zakres terytorialny połowów o nowe obszary, odciążając tym samym mocno już wyeksploatowane (przełowione) skupiska ryb w pozostałych akwenach. Szczególnie rejony Morza Beringa, Morza Ochockiego i wybrzeży Alaski, będą miały ogromny wpływ

⁷⁵ W. Ross, *Zimna Arktyka jeszcze długo będzie podgrzewać emocje*, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/bez-kategorii/rotator/zimna-arktyka-jeszcze-dlugo-będzie-podgrzewac-emocje/>, [dostęp: 13.08.2020].

⁷⁶ J. Rutkowski, *Zmiany klimatyczne w Arktyce – szanse i zagrożenia dla Rosji*, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/bez-kategorii/rotator/zmiany-klimatyczne-w-arktyce-szanse-i-zagrozenia-dla-rosji/>, [dostęp: 13.08.2020].

⁷⁷ W. Ross, *Zimna Arktyka jeszcze długo będzie podgrzewać emocje*, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/bez-kategorii/rotator/zimna-arktyka-jeszcze-dlugo-będzie-podgrzewac-emocje/>, [dostęp: 13.08.2020].

⁷⁸ J. Rutkowski, *Zmiany klimatyczne w Arktyce – szanse i zagrożenia dla Rosji*, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/bez-kategorii/rotator/zmiany-klimatyczne-w-arktyce-szanse-i-zagrozenia-dla-rosji/>, [dostęp: 13.08.2020].

⁷⁹ N. Shea, *Arktyka stała się nowym polem walki o surowce. Topnienie lodu napędza spór*, <https://www.national-geographic.pl/artukul/arktyka-jako-pole-walki-o-bogactwo-surowcow>, [dostęp: 11.08.2020].

⁸⁰ S. Rakusa-Suszczewski, *Arktyka liczy na naukę*, http://www.sprawynauki.edu.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=308&catid=10&Itemid=18, [dostęp: 07.08.2020].

na rybołówstwo, w tych wysoce produktywnych obszarach łowisk Rosji i Stanów Zjednoczonych⁸¹.

Mimo tego, iż perspektywy komercyjnych połowów na otwartych wodach Oceanu Arktycznego są wciąż dość odległe ze względu nie tylko na pokrywą lodową, ale też dużą głębokość i panujące tam niskie temperatury, to już dziś konieczne wydaje się rozpoczęcie badań naukowych, w celu bardziej dogłębnego poznania tego rejonu, aby zapobiec (bardzo ryzykownej) nadmiernej eksploatacji zasobów morskich w warunkach niepełnej wiedzy na temat tamtejszego, bardzo wrażliwego, ekosystemu⁸².

Techniczne i ekonomiczne możliwości eksploatacji arktycznych zasobów

Prace wydobywcze w Arktyce – a zwłaszcza na szelfie kontynentalnym – są niezwykle skomplikowane i kosztowne, wymagają zaawansowanych technologii, dostosowanych do specyficznych i nieraz wręcz skrajnych warunków klimatycznych⁸³, a przy tym obarczone są ponadprzeciętnym ryzykiem. Dlatego jest to działalność, na którą mogą sobie pozwolić jedynie najwięksi globalni potentaci.

Przed koncernami energetycznymi (naftowo-gazowymi) szereg wyzwań stawiają wciąż ekstremalne warunki klimatyczne i topograficzne Arktyki, bo choć faktem jest kurczenie się letniej pokrywy lodowej, to jednak tereny położone za kołem podbiegunowym są nadal pokryte warstwą lodu, przez który trzeba będzie się przebić. Lód stwarza też liczne zagrożenia dla przedsięwzięć wydobywczych, a najpoważniejsze z nich, to niebezpieczeństwo zderzeń z powierzchnią lodu i uszkodzenia przez lód urządzeń pod jego powierzchnią⁸⁴. Oba te zjawiska prowadzić mogą

⁸¹ *Zmiany klimatyczne na Arktyce*, <http://ekoenergia.dzien-e-mail.org/informacje-prasowe-energia-i-rodowisko-86/232-zmiany-klimatyczne-na-arktyce.html>, [dostęp: 11.08.2020].

⁸² M. Śmieszek, *Rybołówstwo*, [w:] *Cele i narzędzia polskiej polityki arktycznej*, P. Graczyk, M. Łuszczuk, A. Stępień, M. Śmieszek (red.), Warszawa 2015, s. 178.

⁸³ *Arktyka jako nowy...*, *op.cit.*, s. 8.

⁸⁴ P.F. Johnston, *Arktyka rękojmią bezpieczeństwa energetycznego Europy?*, „Sektor Ropy i Gazu” 2019, nr 3(46).

nie tylko do zniszczenia infrastruktury, ale i do poważnych w skutkach katastrof naturalnych.

Możliwość przeprowadzenia dokładnych badań i rozpoznania złóż, to jednak tylko jeden z kluczowych problemów. Zupełnie innym jest opracowanie efektywnych technologii eksploatacji podmorskich złóż. Państwa najbardziej zainteresowane tym procesem, takie jak Stany Zjednoczone, czy Federacja Rosyjska, prowadzą nieustanne prace rozwojowe w zakresie technik wydobywczych, ale do tej pory nikt oficjalnie nie przyznał, że jest w stanie rozpocząć skuteczną eksploatację arktycznych złóż⁸⁵. Uwzględniając wieloletnie doświadczenie, a także bardzo wysoki poziom zaawansowania technologicznego sektora energetycznego, wydaje się, że skonstruowanie odpowiedniego sprzętu wydobywczego nie jest znaczącym problemem technicznym czy ekonomicznym, a jedynie kwestią czasu.

W miarę topnienia lodowców odwierty w poszukiwaniu arktycznej ropy i gazu będą stawały się coraz łatwiejsze, a w rezultacie – mniej kosztowne⁸⁶. Chociaż pełne wykorzystanie zasobów surowcowych Arktyki prawdopodobnie będzie możliwe dopiero w perspektywie kilku dekad, już obecnie obserwowane jest nasilające się zainteresowanie międzynarodowych korporacji z branży energetycznej eksploatacją złóż w pobliżu bieguna północnego⁸⁷. Zmiany klimatu i postęp techniczny są i wciąż będą ważnym czynnikiem ułatwiającym dostęp do złóż, ale o rzeczywistym tempie ich włączania do eksploatacji zadecyduje przede wszystkim rachunek ekonomiczny, a także ogólne nastawienie społeczności międzynarodowej i otoczenie regulacyjne (w tym m.in. przepisy dotyczące ochrony środowiska). Inwestycje w wydobycie surowców, już po doprecyzowaniu zasobności złóż, podlegają podstawowemu wyznacznikowi ekonomicznemu, czyli opłacalności. To, czy wydobywane ropa i gaz będą mogły być sprzedane z zyskiem importerom surowców, zależy od wielkości popytu oraz ceny na międzynarodowych rynkach.

⁸⁵ M. Jarocki, *Polityka Federacji Rosyjskiej wobec Arktyki*, http://www.stosunkimiedzynarodowe.info/artykul,1134,Polityka_Federacji_Rosyjskiej_wobec_Arktiki, [dostęp: 16.06.2020].

⁸⁶ R. Domisiewicz, *Zimna wojna*, „Polska Zbrojna” 22 VI 2008, nr 25, s. 50.

⁸⁷ T. Kijewski, *Rywalizacja o surowce energetyczne w Arktyce*, „Bezpieczeństwo Narodowe” 2009, nr 9–10, s. 284.

W Rosji dostęp do złóż arktycznych zarezerwowano dla koncernów z większościowym udziałem państwa, z co najmniej pięcioletnim doświadczeniem w tego typu wydobywaniu, co oznaczało *de facto*, że w Arktyce mogą operować jedynie dwa koncerny – Gazprom i Rosneft oraz spółki międzynarodowe z ich udziałem. Podobną metodę zastosowano w Norwegii, gdzie jedynie państwowy Statoil został dopuszczony do wydobywania surowców w Arktyce. Model wdrażany w Danii, Kanadzie i USA okazał się bardziej liberalny, gdyż licencje na eksplorację danych terenów arktycznych sprzedawano w ogólnodostępnych rundach licencyjnych⁸⁸. Niezależnie jednak od ograniczeń prawnych, bądź ich braku, od kilkunastu już lat poszczególne państwa i koncerny energetyczne przygotowują się do eksploracji (i eksploatacji) na większą skalę bogatych arktycznych złóż surowcowych, zwłaszcza surowców energetycznych⁸⁹.

Już w 2008 r. koncern **Royal Dutch Shell** uzyskał od duńskich władz zgodę na poszukiwanie surowców w obszarze podbiegunowym, w Arctic North Slope; wkrótce później badania o podobnym charakterze rozpoczęły koncerny amerykańskie **ExxonMobil** i **Chevron**⁹⁰.

Rosja nie posiadała przez dłuższy czas dobrych technologii wydobywczych, a dysponowała ogromnymi złożami, zatem konieczne było nawiązanie międzynarodowej kooperacji. Z tej racji ważnym wydarzeniem było podpisanie w styczniu 2011 r. umowy o współpracy w poszukiwaniu i wydobywaniu ropy w trzech sektorach Morza Karskiego przez **Rosneft** i **BP** (kontrakt nie został zrealizowany)⁹¹. Umowy o współpracy w Arktyce zawarte zostały także z koncernami Statoil i ENI⁹², przez co zachodni inwestorzy – w zamian za dostęp do rosyjskich złóż szelfowych

⁸⁸ *Arktyka jako nowy...*, *op.cit.*, s. 10.

⁸⁹ P. Zaleski, *Arktyka – nowe pole walki o surowce energetyczne*, <https://energetyka24.com/arktyka-nowe-pole-walki-o-surowce-energetyczne>, [dostęp: 09.08.2020].

⁹⁰ A. Leszkiewicz, *Bogactwa Arktyki – kto bije się o ukryte surowce Arktyki?*, <https://hotmoney.pl/bogactwa-arktyki-kto-bije-sie-o-ukryte-surowce-arktyki/>, [dostęp: 19.08.2020].

⁹¹ W. Ross, *Zimna Arktyka jeszcze długo będzie podgrzewać emocje*, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/bez-kategorii/rotator/zimna-arktyka-jeszcze-dlugo-będzie-podgrzewać-emocje/>, [dostęp: 13.08.2020].

⁹² T. Romanowski, „Wyścig na Północ”. *Znaczenie Arktyki dla geopolityki energetycznej*, [w:] *Nowa mapa energetyczna świata? 10 najważniejszych zagadnień 2013 roku*, B. Bieliszczuk, P. Musiałek (red.), Kraków 2014, s. 23.

– jako mniejszościowi udziałowcy, sfinansowali prace badawcze i zaoferovali transfer technologii⁹³.

W sierpniu 2011 r. **Rosnieft** zawarł jednak strategiczne porozumienie o partnerstwie z **Exxon Mobil**, przez co Amerykanie uzyskali udział 30% w projektach realizowanych w rosyjskiej Arktyce, na morzu Karskim, w zamian za co odstąpili Rosjanom udziały w swoich złożach w Ameryce Północnej oraz w Zatoce Meksykańskiej⁹⁴. Kolejna umowa w sprawie poszukiwań złóż węglowodorowych pomiędzy **Rosnieftem** a **ExxonMobil** została podpisana w 2014 r.⁹⁵

W 2013 r. Rosjanie zaoferovali też współpracę przy eksploatacji złóż ropy i gazu w Arktyce koncernom z Chin, Japonii i Korei Południowej⁹⁶.

Tak pomyślnie zapowiadająca się, a nawet rozwijająca współpraca międzynarodowa została zaprzepaszczona przez rosyjski atak na Ukrainę.

Arktyczne zagrożenia dla środowiska

Globalne ocieplenie w Arktyce stwarza bardzo realne zagrożenia dla dotychczasowego życia społeczno-gospodarczego tego regionu: infrastruktury mieszkaniowej, komunikacyjno-transportowej i przesyłowej (drogi, lotniska, rurociągi, linie energetyczne). Jest to zatem istotne nie tylko z czysto ekonomicznego punktu widzenia, gdyż w Arktyce zarówno obiekty przemysłowe, jak i mieszkalne zbudowane są często na palach, w dużej części drewnianych; póki wieczna zmarzlina była trwała, spełniały one doskonale swą funkcję, ale wraz z ociepleniem tracą stabilność⁹⁷.

⁹³ I. Wiśniewska, *Zasoby naturalne rosyjskiego szelfu: uchylone drzwi dla zagranicznych inwestorów*, „Komentarze Ośrodka Studiów Wschodnich” 2012, nr 76, s. 1.

⁹⁴ M. Sobolewski, *Globalne wyzwania w Arktyce*, „INFOS, Zagadnienia Społeczno-Gospodarcze” 23 I 2014, nr 2(162).

⁹⁵ P. Zaleski, *Arktyka – nowe pole walki o surowce energetyczne*, <https://energetyka24.com/arktyka-nowe-pole-walki-o-surowce-energetyczne>, [dostęp: 09.08.2020].

⁹⁶ M. Sobolewski, *Globalne wyzwania w Arktyce*, „INFOS, Zagadnienia Społeczno-Gospodarcze” 23 I 2014, nr 2(162).

⁹⁷ J. Rutkowski, *Zmiany klimatyczne w Arktyce – szanse i zagrożenia dla Rosji*, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/bez-kategorii/rotator/zmiany-klimatyczne-w-arktyce-szanse-i-zagrozenia-dla-rosji/>, [dostęp: 13.08.2020].

Wskutek degradacji gleb wiecznej zmarzliny i deformacji gruntu może dojść do dramatycznych katastrof.

Zagrożenie to dotyczy głównie Rosji, zajmującej największą część arktycznego lądu – rozmarzanie wiecznej zmarzliny stwarza poważne ryzyko uszkodzenia, do połowy obecnego stulecia, do 24 mln m² budynków mieszkalnych (co dotknie nawet miliona osób), bo ponad 70% arktycznej infrastruktury i niemal 45% pól wydobywczych ropy naftowej zbudowano właśnie na wiecznej zmarzlinie⁹⁸. Według raportu sporządzonego przez Roshydromet w 2017 r., zmiany klimatyczne już doprowadziły do zmniejszenia nośności wiecznej zmarzliny, a podobne konkluzje wynikają również z badań przeprowadzonych w 2019 r. przez University of Alaska w Anchorage⁹⁹. Międzypaństwowy Zespół ds. Zmian Klimatu, utworzony przez Światową Organizację Meteorologiczną (WMO) i Program Narodów Zjednoczonych ds. Środowiska (UNEP), wskazuje, że problem ma charakter międzynarodowy. Według przygotowanego w 2019 r. przez ów Zespół raportu, około 70% infrastruktury i 1,2 tys. osad w rejonach wokół bieguna znajduje się w strefie, w której do 2050 r. „wieczna” zmarzlina może się stopić, co spowoduje ogromne straty w gospodarce światowej, mogące wynieść od 24,8 bln do 66,9 bln dolarów¹⁰⁰.

Zmiany klimatyczne mają też pewien negatywny wpływ na przemysł wydobywczy, na możliwości pozyskiwania surowców, bo dzięki procesowi topnienia wiecznej zmarzliny, na której opiera się duża część infrastruktury w niektórych regionach, zaburzone zostają dotychczasowe możliwości transportowe (pogarsza się stan dróg na śniegu i lodzie – wiecznej zmarzlinie)¹⁰¹. Zwłaszcza rosyjska infrastruktura rurociągową, powstała głównie we wczesnych latach drugiej połowy XX w., gdy nie przewidziano (wszak nie było po temu przesłanek) konieczności działania w warunkach

⁹⁸ *KE chce zakazu pozyskiwania nowych złóż ropy naftowej, węgla i gazu w Arktyce*, <https://www.bankier.pl/wiadomosc/KE-chce-zakazu-pozyskiwania-nowych-zloz-ropy-naftowej-węgla-i-gazu-w-Arktyce-8205134.html>, [dostęp: 11.03.2022].

⁹⁹ J. Rutkowski, *Zmiany klimatyczne w Arktyce – szanse i zagrożenia dla Rosji*, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/bez-kategorii/rotator/zmiany-klimatyczne-w-arktyce-szanse-i-zagrozenia-dla-rosji/>, [dostęp: 13.08.2020].

¹⁰⁰ *Zmiany klimatyczne w Arktyce – szanse i zagrożenia dla Rosji*, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/bez-kategorii/rotator/zmiany-klimatyczne-w-arktyce-szanse-i-zagrozenia-dla-rosji/>, [dostęp: 13.08.2020].

¹⁰¹ M. Łuszczuk, A. Stępień, *Surowce...*, *op.cit.*, s. 139.

ocieplania klimatu, zwiększania przepływu wody w rzekach i z intensywności deformacji koryt rzecznych, jest podatna na ryzyko uszkodzenia rurociągów na przejściach przez bariery wodne¹⁰². To niesie już nie tylko ryzyko uszkodzenia cennego sprzętu, ale zagrożenie katastrofą ekologiczną na niewyobrażalną skalę.

Zmiany klimatyczne w Arktyce, jako efekt procesu ocieplenia klimatu, i możliwość rozpoczęcia wielkoskalowej eksploatacji arktycznych zasobów, każą stawiać pytanie o to, jakie będą (mogą być) tego skutki – bowiem coraz wyraźniejszą staje się groźba zniszczenia bardzo wrażliwego, a przy tym unikatowego i wciąż nie do końca zbadanego, arktycznego ekosystemu¹⁰³. Jest to zagrożenie tym bardziej realne, im bardziej procesy wydobywcze podlegać będą nie prawu międzynarodowemu, a poszczególnym państwom¹⁰⁴.

Aby w ogóle myśleć o możliwości eksploatacji arktycznych surowców energetycznych, koncerny paliwowe (naftowo-gazowe) muszą zmierzyć się z szeregiem wyzwań, jakie stawiają przed nimi warunki topograficzne i klimatyczne Arktyki. Choć faktem jest, że w ostatnich latach zaobserwowano wręcz gwałtowne przyspieszenie procesu kurczenia się letniej pokrywy lodowej, to jednak tereny położone za kołem podbiegunowym są nadal przez większą część roku pokryte warstwą lodu, przez który trzeba będzie się przebijać. Lód stwarza rozliczne zagrożenia, zwłaszcza dla eksploatacji pokładów naftowych i gazowych, z których najpoważniejsze wynika z możliwości zderzeń z (niestabilną) powierzchnią lodu oraz uszkodzenia przez lód urządzeń znajdujących się pod jego powierzchnią¹⁰⁵. Zdarzenia takie prowadzić mogą nie tylko do zniszczenia

¹⁰² J. Rutkowski, *Zmiany klimatyczne w Arktyce – szanse i zagrożenia dla Rosji*, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/bez-kategorii/rotator/zmiany-klimatyczne-w-arktyce-szanse-i-zagrozenia-dla-rosji/>, [dostęp: 13.08.2020].

¹⁰³ E. Sarnecki, T. Sutterud, E. Ulven, A. Wolska, *Rywalizacja o surowce w Arktyce: Norwegia planuje wydobyć na dziewiczych terenach. Co zrobi Rosja?*, <https://www.euractiv.pl/section/energia-i-srodowisko/news/norwegia-ropa-arktyka-rosja>, [dostęp: 08.06.2021].

¹⁰⁴ *W Arktyce może znajdować się dwa razy więcej ropy niż sądziliśmy*, <http://ziemianarozdrozu.pl/artukul/385/w-arktyce-moze-znajdowac-sie-dwa-razy-wiecej-ropy-niz-sadzilismy>, [dostęp: 13.08.2020].

¹⁰⁵ P.F. Johnston, *Arktyka rękojmią bezpieczeństwa energetycznego Europy?*, „Sektor Ropy i Gazu” 2019, nr 3(46).

infrastruktury, ale i zagrożeń ludzkiego życia, a przede wszystkim trudnych do przewidzenia katastrof naturalnych.

By zatem stawić czoła tym niebezpieczeństwom, nawet największe i najnowocześniejsze koncerny będą zmuszone uciekać się do wykorzystania kosztownych i skomplikowanych procedur oraz najnowocześniejszego sprzętu. Bez zapewnienia odpowiednich środków bezpieczeństwa można obyć się tylko w miejscach charakteryzujących się dużo bardziej umiarkowanymi warunkami. Należy mieć na uwadze i to, że sezon wierceń i eksploatacji złóż na morzach Dalekiej Północy jest (i nadal będzie) znacząco krótszy, niż w strefach o choćby nieco tylko łagodniejszym klimacie; możliwość prowadzenia prac wiertniczych istnieje w zasadzie tylko przez kilka letnich tygodni¹⁰⁶, co zwiększa i tak bardzo wysokie koszty działalności w tym regionie.

Dotąd kwestie środowiskowe i zmian klimatycznych były podstawowym wyznacznikiem w zasadzie jedynie norweskiej polityki w regionie¹⁰⁷. Dziś jednak także Norwegia, kraj przywiązujący tak wielkie znaczenie do troski o zachowanie środowiska, planuje nowe odwierty poszukiwawcze na dziewiczych dotąd obszarach Arktyki¹⁰⁸.

Największe zagrożenie stanowić jednak mogą postawa i działania koncernów amerykańskich. Spory o skalę gospodarczej eksploatacji zasobów arktycznych stały się widoczne w polityce Stanów Zjednoczonych w połowie drugiej dekady XXI w., gdy administracja ówczesnego prezydenta Baracka Obamy wystąpiła (w 2015 r.) z zaleceniem znacznego rozszerzenia arktycznych obszarów dzikiej przyrody na Alasce, chronionych przed eksploatacją znajdujących się tam złóż ropy i gazu (obszarów chronionych, wchodzących w skład rezerwatu Alaska Arctic National Wildlife Refuge) o ok. 5 mln hektarów (łącznie miałyby one obejmować zatem ok. 9 mln hektarów). Inicjatywa została poparta przez organizacje zwolenników

¹⁰⁶ *Arktyka rękojmią bezpieczeństwa energetycznego Europy?*, „Sektor Ropy i Gazu” 2019, nr 3(46).

¹⁰⁷ M. Jarocki, *Polityka Norwegii wobec Arktyki*, http://www.stosunkimiedzynarodowe.info/artykul,1346,Polityka_Norwegii_wobec_Arktyki, [dostęp: 16.06.2020].

¹⁰⁸ E. Sarnecki, T. Sutterud, E. Ulven, A. Wolska, *Rywalizacja o surowce w Arktyce: Norwegia planuje wydobyć na dziewiczych terenach. Co robi Rosja?*, <https://www.euractiv.pl/section/energia-i-srodowisko/news/norwegia-ropa-arktyka-rosja>, [dostęp: 08.06.2021].

ochrony środowiska, takie jak choćby Sierra Club, League of Conservation Voters, czy Alaska Wilderness League. Niestety, inicjatywę tę niemal natychmiast zastopowały obie izby Kongresu, kontrolowane przez Republikanów¹⁰⁹, bowiem na tych obszarach znajdują się bogate złoża ropy naftowej. Administracja USA, za prezydentury Donalda Trumpa, pozwoliła zaś na wydobycie gazu i ropy na obszarach arktycznych (w tym na terenie rezerwatu na Alasce, który przez ekologów nazywany jest „ostatnią wielką dziczą”)¹¹⁰. Podobnie jak w przypadku Norwegii wywołało to sprzeciw środowisk zajmujących się ochroną przyrody, który jednak został całkowicie zignorowany.

Przy dążeniu do wykorzystania (nie bacząc na zagrożenia) nowych zasobów i nowych miejsc, trudno wierzyć w możliwość stworzenia naprawdę bezpiecznych warunków, choćby dla eksploatacji bogactw naturalnych Arktyki, czy też rozwoju masowej żeglugi. Brak niezbędnej infrastruktury, w sytuacji znacznego oddalenia tego regionu od centrów gospodarczych świata, może bardzo utrudniać, jeśli nie uniemożliwiać, wszelkie akcje poszukiwawczo-ratownicze w wypadku jakichkolwiek poważniejszych awarii¹¹¹.

Wielu badaczy wciąż (zapewne słusznie) dowodzi, iż nie istnieją technologie i metody w pełni bezpiecznego pozyskiwania surowców (zwłaszcza ropy) w tak newralgicznych warunkach arktycznych. Nawet stosunkowo niewielki wyciek ropy w zimnych i stosunkowo płytkich wodach Arktyki, może mieć katastrofalne skutki. Niezależnie bowiem

¹⁰⁹ Partia Republikańska z umacniania potencjału energetycznego uczyniła jeden z głównych punktów swego programu (przed wyborami w 2016 r.) uznając, że – za wszelką cenę – rejon ten powinien być udostępniony koncernom naftowym do przemysłowej eksploatacji znajdujących się tam złóż surowców energetycznych. Patr: *Przyroda Arktyki w konflikcie z przemysłem energetycznym*, <https://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosci/Przyroda-Arktiki-przemysl-energetyczny-717.html>, [dostęp: 11.07.2020].

¹¹⁰ E. Sarnecki, T. Sutterud, E. Ulven, A. Wolska, *Rywalizacja o surowce w Arktyce: Norwegia planuje wydobycie na dziewiczych terenach. Co zrobi Rosja?*, <https://www.euractiv.pl/section/energia-i-srodowisko/news/norwegia-ropa-arktyka-rosja>, [dostęp: 08.06.2021].

¹¹¹ J. Rutkowski, *Zmiany klimatyczne w Arktyce – szanse i zagrożenia dla Rosji*, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/bez-kategorii/rotator/zmiany-klimatyczne-w-arktyce-szanse-i-zagrozenia-dla-rosji/>, [dostęp: 13.08.2020].

od coraz bardziej widocznych zmian klimatycznych, Arktyka pozostaje miejscem bardzo surowym, a ludzie nie dysponują technologią umożliwiającą rozprzestrzenianie się wycieków i rozlewisk ropy na tym obszarze¹¹².

W poszukiwaniach złóż węglowodorowych należałoby uwzględnić ogromne ryzyko, odnoszące się do środowiska naturalnego, wobec bardzo trudnych warunków operacyjnych na morzu (przede wszystkim zagrożenie wyciekami ropy). Problemem pozostaje też nadal zbyt słabo rozwinięta infrastruktura transportowa, ograniczająca możliwości sprzedaży surowców poza region wydobycia. Trzeba zatem jeszcze wiele czasu i nakładów (na technologie wydobywcze i infrastrukturę przesyłową), by pojawiły się realne, a nie potencjalne, możliwości przemysłowego wykorzystania surowców energetycznych Arktyki na skalę światową¹¹³;

Do wprowadzenia zakazu pozyskiwania nowych złóż węgla, a zwłaszcza ropy naftowej i gazu ziemnego w Arktyce, w celu ochrony regionu, zamierza dążyć Unia Europejska (UE)¹¹⁴. Domaga się ona wdrożenia zakazu pozyskiwania ropy naftowej, gazu ziemnego i węgla z nowych złóż w Arktyce, mając na celu ochronę regionu tak poważnie dotkniętego już dziś zmianami klimatycznymi¹¹⁵. Będzie to jednak o tyle utrudnione, że UE nie jest członkiem Rady Arktycznej (choć do Rady należą tylko trzy państwa członkowskie – Dania, Finlandia i Szwecja)¹¹⁶. Podstawowym i otwartym wciąż pytaniem wydaje się być to, czy istnieje możliwość

¹¹² E. Sarnecki, T. Sutterud, E. Ulven, A. Wolska, *Rywalizacja o surowce w Arktyce: Norwegia planuje wydobycie na dziewiczych terenach. Co zrobi Rosja?*, <https://www.euractiv.pl/section/energia-i-srodowisko/news/norwegia-ropa-arktyka-rosja>, [dostęp: 08.06.2021].

¹¹³ M. Łuszczuk, A. Stępień, *Surowce...*, *op.cit.*, s. 138 i nast.

¹¹⁴ *Komisja Europejska chce zakazu wydobycia surowców w Arktyce*, <https://businessinsider.com.pl/wiadomosci/komisja-europejska-chce-zakazu-wydobycia-surowcow-w-arktyce/q4d326k>, [dostęp: 05.06.2020].

¹¹⁵ *KE chce zakazu pozyskiwania nowych złóż ropy naftowej, węgla i gazu w Arktyce*, <https://www.bankier.pl/wiadomosc/KE-chce-zakazu-pozyskiwania-nowych-zloz-ropy-naftowej-wegla-i-gazu-w-Arktyce-8205134.html>, [dostęp: 11.03.2022].

¹¹⁶ *Komisja Europejska chce zakazu wydobycia surowców w Arktyce*, <https://businessinsider.com.pl/wiadomosci/komisja-europejska-chce-zakazu-wydobycia-surowcow-w-arktyce/q4d326k>, [dostęp: 05.06.2020].

trwałego porozumienia w kwestii eksploatacji arktycznych zasobów, mając na uwadze choćby ochronę środowiska¹¹⁷.

Przemysł, wielki biznes, szuka dostępu do zasobów. Korporacje, również te międzynarodowe, dążą do maksymalizacji zysków, nie uwzględniając efektów zewnętrznych – kosztów środowiskowych i społecznych swoich działań, takich jak ryzyko wycieku ropy czy kolizji statków. Oczywiście pełna i trwała blokada takich działań może spowodować utratę zasobów i niewykorzystanie pojawiających się możliwości¹¹⁸, ale wydobycie surowców w obszarach arktycznych budzi uzasadniony niepokój obrońców przyrody i naukowców. Ze względu na panujące w Arktyce warunki klimatyczne, zahamowanie ewentualnego wycieku przy użyciu obecnie stosowanej technologii jest niemożliwe – bo zwłaszcza ropa naftowa w zimnych wodach wchodziłaby w interakcję z lodem, przenikając w jego strukturę, przez co może być transportowana na nawet dość znaczne odległości od miejsca wycieku, a usunięcie jej z lodowatej wody jest znacznie trudniejsze i może doprowadzić do poważnej katastrofy ekologicznej (przykładem jest katastrofa tankowca Exxon Valdez u wybrzeży Alaski w 1989 r., której skutki obserwowano przez wiele lat)¹¹⁹. Wzrost aktywności czynnika ludzkiego na Dalekiej Północy oraz skutki działań związanych z eksploatacją podmorskich złóż surowcowych stanowią zatem potencjalne zagrożenie dla lokalnej fauny i flory¹²⁰.

W przyjętej w 1991 r. przez osiem państw arktycznych strategii ochrony środowiska arktycznego, a w jej ramach w deklaracji w sprawie ochrony środowiska arktycznego, państwa te dostrzegły, że globalne ocieplenie klimatu stanowi istotne zagrożenie dla środowiska naturalnego Arktyki i jej ekosystemów¹²¹.

¹¹⁷ D. Karaś, *Geopolityczne uwarunkowania rywalizacji o zasoby Arktyki*, „Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy” 2020, nr 4(64), s. 286.

¹¹⁸ D. Karaś, *Geopolityczne uwarunkowania rywalizacji o zasoby Arktyki*, „Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy” 2020, nr 4(64), s. 286.

¹¹⁹ A. Szczepańska, *Ropa naftowa w Arktyce*, [w:] *Arktyka europejska – morski przewodnik użytkownika*, Sopot 2012, s. 64.

¹²⁰ S. Rakusa-Suszczewski, *Arktyka liczy na naukę*, http://www.sprawynauki.edu.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=308&catid=10&Itemid=18, [dostęp: 07.08.2020].

¹²¹ K. Kęпка, *Arktyka a zmiany klimatu*, <http://stosunki.pl/?q=content/arktyka-zmiany-klimatu>, [dostęp: 07.08.2020].

Problem zmian klimatycznych pojawia się systematycznie w dokumentach przyjmowanych na forum Rady Arktycznej, a w niedawnych deklaracjach (z Salekhard z 2006 r. i z Tromso z 2009 r.) zanieczyszczenie środowiska i klimatu potraktowano na równi z innymi kategoriami zanieczyszczeń, zaś klimat uznano za element, bez którego osiągnięcie zrównoważonego wykorzystania zasobów naturalnych nie jest możliwe. Realizacja celów ekonomicznych powinna odbywać się zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju, traktującą ochronę środowiska jako integralną część ekonomicznych i społecznych procesów rozwojowych. Koncepcja ta powinna być też wyznacznikiem działań odnoszących się nie tylko do ochrony środowiska, ale także do całej działalności gospodarczej podejmowanej w Arktyce¹²². Pamiętając zatem o tym, że pojawiają się nowe możliwości rozwoju gospodarczego, należy jednocześnie wciąż wykazywać dbałość o ów wyjątkowy – w skali globalnej – obszar.

Zakończenie

Do niedawna jeszcze Arktyka kojarzyła się niemal wyłącznie z badaniami naukowymi¹²³, była „śnieżną krainą”, „ekologiczną świątynią”, której nie tylko aktywność gospodarcza, ale i sama obecność człowieka, była mocno ograniczona¹²⁴. Czas postrzegania Arktyki jako dziewiczej krainy dobiegł

¹²² K. Kępka, *Arktyka a zmiany klimatu*, <http://stosunki.pl/?q=content/arktyka-zmiany-klimatu>, [dostęp: 07.08.2020].

¹²³ Te skute lodem tereny postrzegano jako krainę czasem wręcz nieskażoną wpływami cywilizacji, gdzie można badać przyrodę w jej nieomal pierwotnym stanie. Patrz: A. Leszkiewicz, *Bogactwa Arktyki – kto bije się o ukryte surowce Arktyki?*, <https://hotmoney.pl/bogactwa-arktyki-kto-bije-sie-o-ukryte-surowce-arktyki/>, [dostęp: 19.08.2020].

¹²⁴ Nawet w dobie eksploatacji przez człowieka wszelkich dostępnych zasobów, do niedawna obszar ten pozostał praktycznie nienaruszony, głównie z racji tego, że Arktyka od wieków pozostawała regionem surowym i nieprzyjaznym człowiekowi, a dopiero w 1958 r. amerykański okręt podwodny Nautilus po raz pierwszy wykonał rejs pod północnym biegunem. Patrz: A. Głogowska-Balcerzak, *Do kogo będzie należeć biegun? Status prawny Arktyki*, <http://stosunki.pl/?q=content/do-kogo-b%C4%99dzie-nale%C5%BCe%C4%87-biegun-status-prawny-arktyki>, [dostęp: 11.07.2020].

jednak końca. Z powodu topnienia lodowców w rejonie bieguna północnego cały ten rozległy obszar, określane mianem Arktyki, staje się nie tylko obszarem nasilonej eksploatacji ekonomicznej¹²⁵, ale i potencjalnym zarzewiem nowej konfrontacji w globalnym wyścigu o zasoby naturalne.

Do niedawna jeszcze obszary arktyczne budziły zainteresowanie głównie badaczy; te skute lodem tereny postrzegano jako krainę czasem wręcz nieskażoną wpływami cywilizacji, gdzie można badać przyrodę w jej niemal pierwotnym stanie. Tak było jednak tylko „do niedawna”. Dziś rozmarzająca Arktyka odsłania swe naturalne bogactwa, a kraje arktyczne stają do rywalizacji o zawłaszczenie jak największej ich ilości¹²⁶. Żadne inne terytorium nie może równać się z Arktyką, żadne nie daje takich nowych możliwości.

W efekcie nasiliła się konkurencja, uruchomione zostały niewyobrażalne wręcz nakłady finansowe; bitwa o arktyczne „Eldorado” już praktycznie się zaczęła, wbrew przestrogom ekologów i klimatologów.

Eksploatacja Arktyki nie jest już zatem dziedziną żądnych przygód podróźników i badaczy. To wielki, coraz większy, biznes, napędzany dodatkowo przez fakt, że surowce naturalne w rozpoznanych dotąd złożach są coraz trudniej dostępne. Sięga się więc po niekonwencjonalne metody ich wydobywania, coraz głębiej pod powierzchnię lądu albo pod dno morza. Koszty wydobycia rosną, zwłaszcza jeśli jest ono prowadzone w skrajnie uciążliwych warunkach. Prędzej czy później, trzeba będzie sięgnąć po surowce Arktyki, bo potencjał rozwoju nowych obszarów wydobywczych w mniej niedostępnych rejonach jest już mocno ograniczony. Ważne jednak, by możliwości, jakie daje Arktyka wykorzystywać w zrównoważony sposób, bez niepotrzebnej nadmiernej ingerencji w środowisko naturalne i bez większej szkody dla społeczności lokalnych.

¹²⁵ Jeszcze do niedawna plany gospodarczej eksploatacji Arktyki wydawały się mało realne, tym bardziej że pokrywa lodowa praktycznie uniemożliwiała żeglugę. Patrz: H. Wirth, *Coraz mniej zamrożone bogactwa*, <http://www.project-syndicate.pl/print/coraz-mniej-zamrozone-bogactwa,1255.html>, [dostęp: 11.06.2020].

¹²⁶ Topnienie lodu napędza spór nie tylko o kontrolę nad jej zasobami naturalnymi, ale i nad szlakami handlowymi, które wcześniej były niedostępne. Patrz: N. Shea, *Arktyka stała się nowym polem walki o surowce. Topnienie lodu napędza spór*, <https://www.national-geographic.pl/artykul/arktyka-jako-pole-walki-o-bogactwo-surowcow>, [dostęp: 11.08.2020].

Najlepszym, najbardziej racjonalnym rozwiązaniem, wyznaczającym kierunki rozwoju, mogłoby się wydawać zacieśnianie współpracy międzynarodowej, w celu wspólnego gospodarczego wykorzystania przestrzeni arktycznej, przez wszystkie zainteresowane państwa, ale też wspólne rozwiązywanie kwestii dotyczących ekologii i wykorzystania zasobów przyrodniczych Arktyki. Do rangi globalnego problemu urasta to, że współpraca ta jest (coraz bardziej) ograniczona, a chęć pogoni za zyskiem, bez zwracania uwagi na koszty i zagrożenia – coraz mocniej artykułowana.

Bibliografia

Artykuły naukowe i prasowe

- Domisiewicz R., *Zimna wojna*, „Polska Zbrojna” 22 VI 2008, nr 25.
- Graczyk P., *Arktyka i geopolityka*, „Przegląd Geopolityczny” 2010, t. 2.
- Johnston P.F., *Arktyka rękojmią bezpieczeństwa energetycznego Europy?*, „Sektor Ropy i Gazu” 2019, nr 3(46).
- Karaś D., *Geopolityczne uwarunkowania rywalizacji o zasoby Arktyki*, „Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy” 2020, nr 4(64).
- Kijewski T., *Rywalizacja o surowce energetyczne w Arktyce*, „Bezpieczeństwo Narodowe” 2009, nr 9–10.
- Makowski A., *Wspólne dziedzictwo czy wspólny problem*, „Prawo Morskie” 2008, t. XXIV.
- Sobolewski M., *Globalne wyzwania w Arktyce*, „INFOS. Zagadnienia Społeczno-Gospodarcze” 23 I 2014, nr 2(162).
- Wiśniewska I., *Zasoby naturalne rosyjskiego szelfu: uchylone drzwi dla zagranicznych inwestorów*, „Komentarze Ośrodka Studiów Wschodnich” 2012, nr 76.

Pozycje zwarte

- Graczyk P., *Transport morski i przemysł stoczniowy*, [w]: *Cele i narzędzia polskiej polityki arktycznej*, P. Graczyk, M. Łuszczuk, A. Stępień, M. Śmieszek (red.), Warszawa 2015.
- Karolczuk-Kędzierska M., *Encyklopedia podręczna*, (hasło „Arktyka”), Kraków 2002.

- Łuszczuk M., Stępień A., *Surowce energetyczne i nieenergetyczne*, [w:] *Cele i narzędzia polskiej polityki arktycznej*, P. Graczyk, M. Łuszczuk, A. Stępień, M. Śmieszek (red.), Warszawa 2015.
- Romanowski T., „Wysięg na Północ”. *Znaczenie Arktyki dla geopolityki energetycznej*, [w:] *Nowa mapa energetyczna świata? 10 najważniejszych zagadnień 2013 roku*, B. Bieliszczuk, P. Musiałek (red.), Kraków 2014.
- Stępień A., *Rozwój społeczno-gospodarczy*, [w:] *Cele i narzędzia polskiej polityki arktycznej*, P. Graczyk, M. Łuszczuk, A. Stępień, M. Śmieszek (red.), Warszawa 2015.
- Stępień A., *Zmiany klimatyczne i ochrona środowiska*, [w:] *Cele i narzędzia polskiej polityki arktycznej*, P. Graczyk, M. Łuszczuk, A. Stępień, M. Śmieszek (red.), Warszawa 2015.
- Szczepańska A., *Ropa naftowa w Arktyce*, [w:] *Arktyka europejska – morski przewodnik użytkownika*, Sopot 2012.
- Śmieszek M., *Rybołówstwo*, [w:] *Cele i narzędzia polskiej polityki arktycznej*, P. Graczyk, M. Łuszczuk, A. Stępień, M. Śmieszek (red.), Warszawa 2015.

Raporty

- Arktyka jako nowy obszar geopolitycznej rywalizacji państw i mocarstw*, Raport Fundacji Amicus Europae, Warszawa 2013.

Źródła internetowe

- Arktyka to potencjał dla żeglugi i bogactwo surowców*, <http://laboratoria.net/aktualnosci/17463.html>, [dostęp: 15.08.2020].
- Bielecki T., *Wyzwania dla Arktyki. Zmiany klimatyczne, Chiny czy Rosja?*, <https://www.dw.com/pl/wyzwania-dla-arktyki-zmiany-klimatyczne-chiny-czy-rosja/a-54873403>, [dostęp: 19.02.2022].
- Bogactwo skryte pod lodem*, <http://ebe.org.pl/nasz-temat/bogactwo-skryte-pod-lodem.html>, [dostęp: 22.07.2020].
- Ciszak P., *Arktyka nowym El Dorado Putina. Rosja szykuje się do wojny o surowce ukryte pod lodem*, <https://www.money.pl/gospodarka/wiadomosci/arttykul/arktyka-ropa-gaz-rosja-usa,23,0,2320151.html>, [dostęp: 22.09.2021].
- Głogowska-Balcerzak A., *Do kogo będzie należeć biegun? Status prawny Arktyki*, <http://stosunki.pl/?q=content/do-kogo-b%C4%99dzie-nale%C5%BCe%C4%87-biegun-status-prawny-arktyki>, [dostęp: 11.07.2020].
- Jankowski D., *Lodowy skarbiec*, <https://psz.pl/124-polityka/dominik-jankowski-lodowy-skarbiec>, [dostęp: 05.08.2020].

- Jarocki M., *Polityka Federacji Rosyjskiej wobec Arktyki*, http://www.stosunkimiedzynarodowe.info/artukul,1134,Polityka_Federacji_Rosyjskiej_wobec_Arkytyki, [dostęp: 16.06.2020].
- Jarocki M., *Polityka Norwegii wobec Arktyki*, http://www.stosunkimiedzynarodowe.info/artukul,1346,Polityka_Norwegii_wobec_Arkytyki, [dostęp: 16.06.2020].
- KE chce zakazu pozyskiwania nowych złóż ropy naftowej, węgla i gazu w Arktyce*, <https://www.bankier.pl/wiadomosc/KE-chce-zakazu-pozyskiwania-nowych-zloz-ropy-naftowej-wegla-i-gazu-w-Arkytyce-8205134.html>, [dostęp: 11.03.2022].
- Kępką K., *Arktyka a zmiany klimatu*, <http://stosunki.pl/?q=content/arktyka-zmiany-klimatu>, [dostęp: 07.08.2020].
- Komisja Europejska chce zakazu wydobycia surowców w Arktyce*, <https://businessinsider.com.pl/wiadomosci/komisja-europejska-chce-zakazu-wydobycia-surowcow-w-arktyce/q4d326k>, [dostęp: 05.06.2020].
- Kośka M., *Zainteresowanie Arktyką*, <http://www.stosunkimiedzynarodowe.pl/zainteresowanie-arktyk%C4%85>, [dostęp: 13.06.2020].
- Kozieł H., *Arktyka nowym regionem konfliktów surowcowych*, <https://www.parkiet.com/gospodarka-swiatowa/art20814311-arktyka-nowym-regionem-konfliktow-surowcowych>, [dostęp: 09.08.2020].
- Leszkiewicz A., *Bogactwa Arktyki – kto bije się o ukryte surowce Arktyki?*, <https://hotmoney.pl/bogactwa-arktyki-kto-bije-sie-o-ukryte-surowce-arktyki/>, [dostęp: 19.08.2020].
- Malinowski D., *Surowcowy skarbiec Arktyki czeka na otwarcie*, <http://www.portalmorski.pl/offshore/nafta-i-gaz-offshore/32799-surowcowy-skarbiec-arktyki-czeka-na-otwarcie>, [dostęp: 13.06.2021].
- Przyroda Arktyki w konflikcie z przemysłem energetycznym*, <https://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosc/Przyroda-Arkytyki-przemysl-energetyczny-717.html>, [dostęp: 11.07.2020].
- Rakusa-Suszczewski S., *Arktyka liczy na naukę*, http://www.sprawynauki.edu.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=308&catid=10&Itemid=18, [dostęp: 07.08.2020].
- Ross W., *Zimna Arktyka jeszcze długo będzie podgrzewać emocje*, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/bez-kategorii/rotator/zimna-arktyka-jeszcze-dlugo-bedzie-podgrzewac-emocje/>, [dostęp: 13.08.2020].
- Rozbiór Arktyki*, <http://www.national-geographic.pl/artykuly/pokaz/rozbiór-arktyki/>, [dostęp: 11.07.2020].
- Rutkowski J., *Zmiany klimatyczne w Arktyce – szanse i zagrożenia dla Rosji*, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/bez-kategorii/rotator/>

- zmiany-klimatyczne-w-arktyce-szanse-i-zagrozenia-dla-rosji/, [dostęp: 13.08.2020].
- Sarnecki E., Sutterud T., Ulven E., Wolska A., *Rywalizacja o surowce w Arktyce: Norwegia planuje wydobyć na dziewiczych terenach. Co zrobi Rosja?*, <https://www.euractiv.pl/section/energia-i-srodowisko/news/norwegia-ropa-arktyka-rosja>, [dostęp: 08.06.2021].
- Shea N., *Arktyka stała się nowym polem walki o surowce. Topnienie lodu napędza spór*, <https://www.national-geographic.pl/artukul/arktyka-jako-pole-walki-o-bogactwo-surowcow>, [dostęp: 11.08.2020].
- Topnienie lodów Arktyki*, <http://ziemianarozdrozu.pl/encyklopedia/87/topnienie-lodow-arktyki>, [dostęp: 13.08.2020].
- Trzeci kraj zgłosił roszczenia do bieguna północnego. W tle zmiany klimatu i spór o złoża surowców*, <https://businessinsider.com.pl/polityka/kanada-zglosila-roszczenia-do-bieguna-polnocnego-w-arktyce/7lspbxy>, [dostęp: 11.06.2020].
- W Arktyce może znajdować się dwa razy więcej ropy niż sądziliśmy*, <http://ziemianarozdrozu.pl/artukul/385/w-arktyce-moze-znajdowac-sie-dwa-razy-wiecej-ropy-niz-sadzilismy>, [dostęp: 13.08.2020].
- Weitz R., *Rywalizacja między mocarstwami w Arktyce rośnie. USA nie są gotowe na wścig z Rosją*, <https://businessinsider.com.pl/wiadomosci/rywalizacja-miedzy-mocarstwami-w-arktyce-rosnie-usa-nie-sa-gotowe-na-wyscig-z-rosja/j6wlm2g>, [dostęp: 07.08.2020].
- Wirth H., *Coraz mniej zamrożone bogactwa*, <http://www.project-syndicate.pl/print/coraz-mniej-zamrozone-bogactwa,1255.html>, [dostęp: 11.06.2020].
- Zaleski P., *Arktyka – nowe pole walki o surowce energetyczne*, <https://energetyka24.com/arktyka-nowe-pole-walki-o-surowce-energetyczne>, [dostęp: 09.08.2020].
- Zmiany klimatyczne na Arktyce*, <http://ekoenergia.dzien-e-mail.org/informacje-prasowe-energia-i-rodowisko-86/232-zmiany-klimatyczne-na-arktyce.html>, [dostęp: 11.08.2020].

Biogram autora

Robert Krzemień – doktor nauk humanistycznych, absolwent Uniwersytetu Wrocławskiego i Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu (obecnie Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu), doktorat ukończył na Uniwersytecie Zielonogórskim. Aktualnie adiunkt w Akademii Humanistyczno-Ekonomicznej

w Łodzi, wykładowca w Uczelni Jana Wyżykowskiego oraz Wyższej Szkole Bezpieczeństwa Publicznego i Indywidualnego APEIRON. Aktywny członek Karpackiego Towarzystwa Naukowego i Oświatowego. Zainteresowania badawcze i dydaktyczne skupiają się wokół kwestii polityki społecznej i gospodarczej oraz bezpieczeństwa społecznego i gospodarczego, z uwzględnieniem kwestii bezpieczeństwa ekologicznego i energetycznego.

Innowacyjność

Adam Agatowski

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

ORCID: 0000-0002-4080-0577

Koncepcja linii obserwacyjnej wyrobisk górniczych wykonanych w złożu soli kamiennej

Streszczenie: Celem artykułu jest ukazanie optymalnego pomiaru osiadania wyrobisk górniczych i pomiaru konwergencji w lokalizacjach, w których klasyczne metody pomiaru nie mogą być zastosowane. W analizie problemu bazowano na wieloletnim doświadczeniu empirycznym zdobytym podczas pomiarów konwergencji wyrobisk. Opracowanie omawia genezę problemu pomiaru konwergencji chodników wykonanych w złożu soli, budowę złoża, w szczególności soli kamiennej oraz geometrię wyrobisk solnych i miedziowych. Artykuł przedstawia najnowszą metodę pomiarową wykorzystywaną w celu zbadania konwergencji i osiadania wyrobisk solnych oraz omawia jej wady i zalety. Opracowanie ukazuje również koncepcję nowej linii obserwacyjnej wyrobisk, w których wykorzystanie znanych technologii pomiaru nie jest możliwe. Opracowanie nakreśla także perspektywy wykorzystywania zebranych danych.

Słowa kluczowe: pomiar konwergencji, złożo soli kamiennej, monitoring wyrobisk, deformacje górotworu, oddziaływanie złoża miedzi na złożo soli kamiennej

CONCEPT OF AN OBSERVATION LINE FOR MINING WORKINGS MADE IN THE ROCK SALT DEPOSIT

Abstract: The aim of the article is to show the optimal measurement of mining excavation subsidence and the measurement of convergence in locations where classical measurement methods cannot be used. The problem analysis was based on many years of empirical experience gained while measuring the convergence of excavations. The study discusses the genesis of the problem of measuring the convergence of galleries made in the salt deposit, the structure of the deposit, in

particular rock salt, and the geometry of salt and copper excavations. The article presents the latest measurement method used to investigate the convergence and subsidence of salt excavations and discusses its advantages and disadvantages. The study also shows the concept of a new observation line for excavations in which the use of known measurement technologies is not possible. The paper outlines the prospects for using the collected data.

Keywords: convergence measurement, rock salt deposit, monitoring of excavations, rock mass deformation, impact of a copper deposit on rock salt deposit

Wstęp

Od ponad 30 lat wydobywanie rudy miedzi w Legnicko-Głogowskim Okręgu Miedziowym nierozdzielnie związane jest z eksploatacją soli kamiennej. Krótko po wstępnym oszacowaniu przydatności nowo odkrytego złoża soli kamiennej, na początku lat dziewięćdziesiątych XX wieku, rozpoczęto jego eksplorację, co zaowocowało wykonaniem ponad 40 kilometrów wyrobisk położonych na dwóch poziomach wydobywczych. Początkowa chęć rozpoznania, w celu późniejszej eksploatacji złoża solnego, przyniosła nieoczekiwaną wartość dodaną do funkcjonowania kopalni Polkowice–Sieroszowice. Mianowicie okazało się, że wyrobiska wykonane w poziomie solnym znakomicie nadają się do wentylacji niższych poziomów miedzionośnych. Ich kształt, zbliżony w przekroju poprzecznym do prostokąta (Rysunek 1) o wymiarach około 5,5 metra wysokości na 8 metrów szerokości, daje około 44 m² światła wyrobiska, co stanowi ponad dwukrotnie większą wartość niż standardowe wyrobisko wykonane w pokładzie miedzionośnym.

Następnym ważnym aspektem jest sam kształt stropu, spągu i ociosów wyrobiska. W porównaniu do wyrobisk wykonanych w złożu miedzi (Rysunek 2) każdy z wymienionych uprzednio elementów wyrobiska jest znacząco gładszy niż analogiczny element wyrobiska miedziożnego (Rysunek 1).

Dodatkowo wyrobisko wydrążone kombajnem chodnikowym jest znacząco tańsze w wykonaniu. Co do dalszych zalet chodników wykonanych w przedmiotowym złożu, należy wspomnieć o niskim stopniu skomplikowania procesu wykonania danego chodnika. Proces ten nie wymaga



Rysunek 1. Wygląd typowego wyrobiska wykonanego w soli kamiennej kombajnem chodnikowym. Czerwonym prostokątem zaznaczono uproszczony przekrój poprzeczny wyrobiska (prostokąt zaznaczony na fotografii ma wymiary 5,3 m na 8,1 m). Na zdjęciu można zauważyć także dużą gładkość powierzchni ociosów, stropu i spągu wyrobiska, co jest charakterystyczną cechą tych wyrobisk. Taki kształt powierzchni ociosów, stropu i spągu chodników znacząco wpływa na zmniejszenie oporu przepływu powietrza.

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 2. Przykładowe wyrobisko miedziowe. Na szczególną uwagę zasługują nieregularne kształty ociosów i stropu wyrobiska, co w konsekwencji powoduje zaburzenie przepływu powietrza.

Źródło: opracowanie własne.

żadnej obudowy (na przykład typu łukowej-podatnej lub kotwowej), nie stosuje się siatkowania stropu i ociosów, ani żadnych innych metod podparcia stropu (wyłączając incydentalne przypadki). Jednakże jednym z największych problemów w eksploatacji chodników położonych w złożu miedzi jest bardzo silna ich degradacja związana z nasilonym zjawiskiem konwergencji. Kluczowym czynnikiem decydującym o szybkości zachodzenia tego zjawiska jest głębokość zalegania złoża¹. Drugim, potencjalnie ważnym czynnikiem może być zjawisko deformacji górotworu spowodowanym eksploatacją niżej położonego złoża miedzi².

Niniejsze opracowanie stanowić będzie studium problemu dotyczącego projektowania linii pomiarowych do obserwacji zjawiska konwergencji w wyrobiskach położonych bezpośrednio nad czynną eksploatacją złoża miedzi.

Położenie przestrzenne złoża i geometria wyrobisk

Złoże soli kamiennej położone jest w północnej części województwa dolnośląskiego. Aktualnie rozpoznana i eksploatowana część złoża znajduje się w całości w gminie Jerzmanowa.

W przekroju pionowym złożo znajduje się pomiędzy warstwami anhydrytu górnego i anhydrytu dolnego. Warstwy te stanowią naturalną barierę ochronną dla migracji wody w rejon złoża solnego. Miąższość złoża w rejonie eksploatacyjnym, czyli na obszarze górniczym „Bądzów”, wynosi nawet 180 metrów³. Bezpośrednio pod złożem prowadzona jest eksploatacja złoża miedzi przez dwa oddziały górnicze: dla pól eksploatacyjnych SI-XI/3 i SI-XI/4 jest to oddział G-53, natomiast dla pól SI-XI/5 i SI-XI/6 eksploatację prowadzi oddział G-54. Separacja pionowa obu złóż w tym

¹ J. Bieniasz, W. Wojnar, *Zarys historii pomiarów i wybrane wyniki obserwacji zjawiska konwergencji wyrobisk w pokładach złoża soli*, „Gospodarka Surowcami Mineralnymi” 2007, t. 23.

² R. Hejmanowski, *Określenie wpływów eksploatacji złoża miedzi i złoża soli dla koncesji „Bądzów” Etap I – Weryfikacja założeń dotyczących eksploatacji złoża soli kamiennej i OG „Bądzów”*, Kraków 2018 (niepublikowane).

³ A. Piestrzyński (red.), *Monografia KGHM Polska Miedź S.A.*, Lubin 2007.

rejonie wynosi średnio 60-80 metrów⁴. W związku z powyższym należy oczekiwać, że przez tak małą separację pionową między wyrobiskami na dwóch poziomach wydobywczych wystąpią znaczące oddziaływania wywołane eksploatacją rudy miedzi na chodniki i komory położone bezpośrednio nad postępującą eksploatacją.

W ramach robót eksploatacyjnych złoża miedzi obszaru górniczego Sieroszowice wykonuje się wyrobiska o przekroju poprzecznym w kształcie trapezu, o wymiarach: stropu – do 7 m, spągu – do 6 m i wysokości około 2,5 m. Eksploatacja odbywa się z użyciem systemu filarowo-komorowego z ugięciem stropu. Przęciętna rozcinka wynosi 16 na 13 m między osiami wyrobiska, co przekłada się na filary technologiczne o wielkości około 10 na 7 m. Bezpośrednio za poruszającym się frontem



Rysunek 3. Przykład wykonania drugiej warstwy wyrobiska (z trzech) przez kombajn MB770. Każdy z przebiegów kombajnu tworzy wyrobisko o szerokości 7,5 m i wysokości 5 m. Na zdjęciu widać łącznie cztery przebiegi kombajnu, co daje wyrobisko o przekroju poprzecznym równym 15 m szerokości i 10 m wysokości.

Źródło: opracowanie własne.

⁴ R. Hejmanowski, *Określenie wpływów eksploatacji złoża miedzi i złoża soli dla koncesji „Bądzów” Etap II – Określenie wzajemnych wpływów eksploatacji złoża rud miedzi i złoża soli kamiennej na powierzchnię*, Kraków 2019 (niepublikowane).

eksploatacyjnym następuje mechaniczne podebranie wspomnianych powyżej filarów do wielkości około 4 na 3 m, co powoduje ich zaciskanie i w efekcie ugięcie się stropu wyrobiska.

Z kolei eksploatacja soli kamiennej prowadzona jest przez trzy kombajny chodnikowe: AM85P, ATM105-IC-P oraz MB770. W wyniku pracy pierwszych dwóch powstają wspomniane powyżej gabaryty wyrobisk o przekroju ponad 40 m² (Rysunek 1). Jednakże trzeci z kombajnów tworzy wyrobisko o znacząco większym przekroju poprzecznym dochodzącym do 220 m². Wyrobisko to jest wykonywane w sześciu etapach i stanowi element eksploatacji złoża systemem komorowym (Rysunek 3).

Aktualnie stosowane metody pomiaru

W związku z tym, iż pomiary konwergencji wyrobisk wykonuje się w wielu kopalniach od kilkudziesięciu lat, istnieje szereg różnych metod pomiaru konwergencji wyrobisk górniczych. Większość z nich to rozwiązania unikalne, a przez to bardzo dobrze dostosowane do konkretnego miejsca wykonywania obserwacji. Część z tych rozwiązań można znaleźć w literaturze branżowej⁵. W związku z tym w dalszej części tekstu przedstawione zostaną tylko te techniki pomiaru, które są stosowane w Zakładach Górniczych Polkowice–Sieroszowice.

Od 2009 roku ciągłą obserwację zjawiska konwergencji w wyrobiskach wykonanych w złożu soli kamiennej, jak i w przylegających do złoża chodnikach wykonanych w anhydrycie i dolomicie, prowadzi Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Górnictwa Surowców Chemicznych „Chemkop” sp. z o.o. (OBR „Chemkop”). Podstawowym pomiarem wykonywanym na stanowiskach pomiarowych jest pomiar odległości między zamocowanymi reperami. Repery te są zamocowane na pewnej głębokości (różnej dla każdego stanowiska pomiarowego) w stropie, spągu i ociosach danego wyrobiska. Ich zewnętrzne położenie jest zamarkowane specjalnymi uchwytyami lub tarczkami celowniczymi. Można przyjąć, o ile nie występują różnego typu problemy technologiczne, że repery położone są na

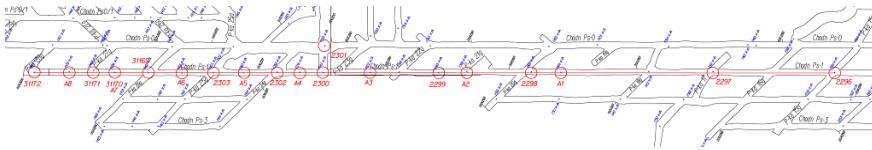
⁵ A. Maj, *Opracowanie modelu konwergencji wyrobisk w podziemnych kopalniach soli*, Rozprawa doktorska, Kraków 2019.

środku stropu, spągu i ociosach wyrobiska. Dzięki temu bazy pomiarowe przechodzą przez środek przekroju poprzecznego wyrobiska i w ten sposób badana jest konwergencja pionowa i pozioma. Do wykonania badań firma stosuje dalmierze Leica Disto D5, charakteryzujące się błędem pomiarowym na poziomie 1 mm i dokładnością odczytu do 0,1 mm. Na każdej bazie rejestruje się trzy odczyty danej bazy pomiarowej. Do obliczeń używa się średniej arytmetycznej z wykonanych odczytów. W miejscu przechodzenia frontu eksploatacyjnego złoża miedzi OBR „Chemkop” zainstalowało trzy stanowiska pomiarowe do obserwacji tego zjawiska. Dodatkowo częściowo przygotowano sześć stanowisk pomiarowych na czynnych komorach eksploatacyjnych⁶.

Należy zauważyć, że prowadzone przez wspomnianą firmę pomiary, mimo ich bardzo dużej dokładności, odbywają się tylko w lokalnym układzie wyrobiska i charakteryzują to wyrobisko w konkretnych punktach. Przy tak opracowanej metodzie pomiaru niemożliwym jest określenie bezwzględnej wartości osiadania całego wyrobiska, a tym bardziej powiązanie osiadania i konwergencji chodnika jako jeden wektor przemieszczenia. Dlatego też do obserwacji wpływu przemieszczającego się frontu miedziowego na chodniki solne podjęto decyzję, że zostanie zastosowana nowa metoda pomiaru oparta na pomiarach klasycznymi technikami geodezyjnymi.

W związku ze zbliżaniem się frontu wydobywczego pola miedziowego SI-XI/3 do wiązki wyrobisk położonych w złożu soli można było przeprowadzić unikatowe w skali kraju bezpośrednie badania nad tempem osiadania całej wiązki wyrobisk oraz tempem ich zaciskania. W tym celu założono linię obserwacyjną składającą się początkowo z 12 punktów pomiarowych – ośmiu punktów spełniających kryteria dokładnościowe osnowy szczegółowej oraz czterech punktów spełniających kryteria osnowy pomiarowej (Rysunek 4). Punkty te nie zostały założone specjalnie do tego pomiaru, ale ich położenie przestrzenne oraz dokładność wyznaczenia współrzędnych były na tyle korzystne, że postanowiono skorzystać z istniejącej osnowy geodezyjnej, zamiast zakładać od podstaw, specjalnie do tego celu stworzone, punkty bazowe linii pomiarowej. Oczywiście

⁶ J. Bieniasz, J. Pietras, *Pomiary konwergencji wyrobisk solnych oraz deformacji w głębszej górotworu solnego wokół wyrobisk*, Kraków 2019 (niepublikowane).



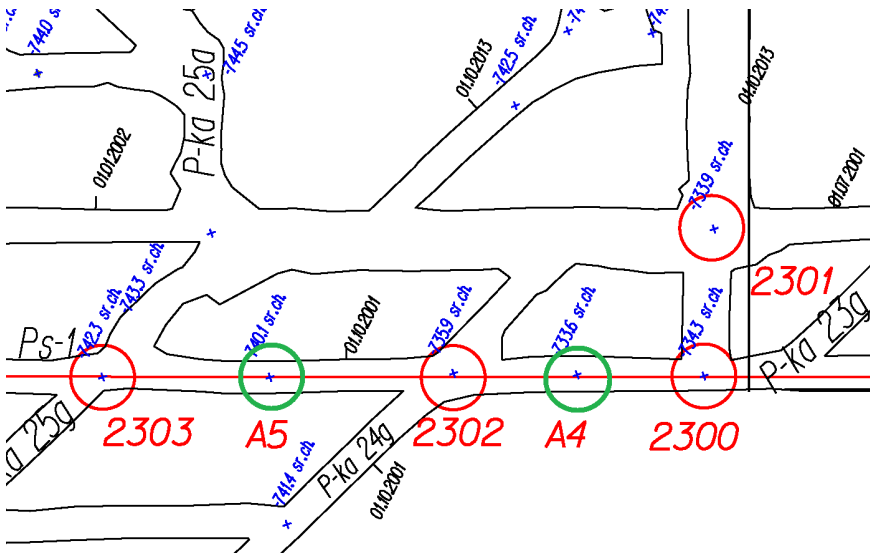
Rysunek 4. Mapa wyrobisk wykonanych w złożu soli kamiennej wraz z zaznaczonymi punktami wykorzystanymi do pomiaru (w czerwonych okręgach). Na mapie także zaznaczono czerwonymi liniami przebieg poszczególnych celowych samego ciągu poligonowego.

Źródło: Opracował Dariusz Gulowaty, 2019.

dało to dodatkową możliwość oszacowania zmiany ich położenia na długo przed wykonaniem badań, ponieważ dla każdego z nich istniała pełna dokumentacja omiarowa z całego okresu użytkowania.

Dodatkowo w linii pomiarowej założono dziewięć stanowisk specjalnych z pomiarem przekrojów poprzecznych (Rysunek 5).

Całość pomiaru odbywała się z wykorzystaniem sprzętu geodezyjnego, który każdorazowo był poddawany sprawdzeniu i komparacji. Jako



Rysunek 5. Fragment mapy wyrobisk górniczych wraz z zaznaczeniem położenia części wykorzystanych punktów osnowy geodezyjnej (w czerwonych okręgach) oraz z położeniem przykładowych przekrojów poprzecznych (w zielonych okręgach).

Źródło: Opracował Dariusz Gulowaty, 2019.

technikę pomiarową wykorzystano klasyczny pomiar ciągu poligonowego (Rysunek 6). Do przeprowadzenia pomiaru wybrano punkty osnowy szczegółowej położone w odległości 600 m w stosunku do krawędzi eksploatowanej parceli złoża miedzi. Jak wspomniano uprzednio, dla części stanowisk dodatkowo wykonano pomiar przekroju poprzecznego wyrobiska w postaci pomiaru kilkunastu równo rozmieszczonych punktów pomiarowych (Rysunek 6; Rysunek 7). Były to koła namalowane farbą emulsyjną o średnicy około 10 cm (Rysunek 7). Pomiar odbywał się do środka tych kół (Rysunek 6). W przypadku częściowego zniszczenia punktu w łatwy sposób można było dalej go wykorzystywać interpolując jego środek poprzez przebieg kształtu pozostałego okręgu. W celu uniknięcia problemów z przesunięciami czasowymi poszczególnych części pomiaru linii (pomiar ciągu poligonowego i przekrojów) zdecydowano, że będzie on wykonywany jednocześnie dla całej linii pomiarowej. Sam pomiar trwał mniej niż 7 godzin, co było związane z zachowaniem



Rysunek 6. Pracownik obsługujący tachimetr przeprowadza pomiar bezlustrowy do środka namalowanego koła – punktu stanowiącego miejsce pomiaru konwergencji.

Źródło: Opracował Dariusz Gulowaty, 2019.



Rysunek 7. Przykładowe rozmieszczenie punktów pomiarowych przekroju poprzecznego wyrobiska. Punkty zostały namalowane czerwoną farbą emulsyjną, co zapewniło maksymalną możliwą widoczność każdego z nich.

Źródło: opracowanie własne.

bezpieczeństwa ekipy dokonującej pomiaru, przebywającej w wyrobiskach o podwyższonej temperaturze powietrza.

Wady i zalety użytej metody pomiaru

Pomiar dotychczas wykonywany dla obserwacji wyrobisk solnych narażonych na deformacje wywołane eksploatacją niższego pokładu miał

charakter pilotażowy. W miarę wykonywania kolejnych kampanii pomiarowych, dało się zauważyć zalety przyjętej metody pomiarowej, jak i jej wady.

Niewątpliwą zaletą przyjętej techniki jest jej szybkość wykonania. Jak wspomniano uprzednio, ponad kilometrowy odcinek ciągu poligonowego wykwalifikowana ekipa pomiarowa potrafiła dokonać pomiaru w ciągu kilku godzin. Wykorzystano do tego celu aparaturę (Rysunek 6), która była dostępna w dziale mierniczym zakładu górniczego, dzięki czemu zakład poniósł tylko koszt pracy ekipy pomiarowej. Wykorzystano także punkty już istniejące, co uprościło samą procedurę pomiarową do kontroli stałości tych punktów przy pomiarze „zerowym” (pierwszym wykonanym pomiarze linii). Punkty na przekrojach namalowane zostały farbą i okazały się na tyle trwałe, że znakomita większość jest dostępna do pomiaru nawet w chwili pisania niniejszego tekstu. Kształt tych punktów pozwalał, nawet przy znacznym ich zniszczeniu, na dalsze ich wykorzystanie (wspomniana już interpolacja położenia środka zachowanego kształtu okręgu). Także ich konserwacja – usunięcie nadmiaru nagromadzonego pyłu solnego – była bezproblemowa i łatwa w realizacji.

Dzięki zastosowaniu pomiaru w postaci ciągu poligonowego można było stosować zarówno duże – kilkuset metrowe celowe (punkty nawiązania ciągu), jak i stosunkowo małe odległości – kilkunastometrowe (pomiędzy przekrojami). Omawiany pomiar, w odróżnieniu od lokalnych pomiarów punktów OBR „Chemkop”, miał charakter pomiaru bezwzględnego, ponieważ był każdorazowo dowiązywany do wyrównanej osnowy szczegółowej. Jednocześnie osnowa ta posiadała współrzędne w Państwowym Układzie Współrzędnych Geodezyjnych PL-ETRF2000, co przełożyło się do wyznaczenia wszystkich deformacji w odniesieniu do stałego, zewnętrznego układu współrzędnych. Inną zaletą wykonania tego typu pomiarów było wykorzystanie punktów nawiązania leżących maksymalnie daleko od miejsca wystąpienia spodziewanych deformacji.

Uzyskane dane pomiarowe nie przekraczały objętościowo 1MB i były na tyle uniwersalne, iż można je było wykorzystać do obliczeń w dowolnym programie geodezyjnym (np. GeoNet, WinKalk, C-GEO) lub też w zwykłym arkuszu kalkulacyjnym Excel.

Nie wszystkie aspekty pomiaru działały na jej korzyść. Przykładowo długie boki ciągu poligonowego, uprzednio wymienione jako duża zaleta, wymuszały pomiar w określone dni, a nawet w określonych godzinach.

Spowodowane było to faktem, iż nawet nieduże zapylenie powietrza powodowało brak możliwości pomiaru odległości przez tachimetr. W skrajnym przypadku zapylenie powodowało całkowity brak widoczności przy wycelowaniu w lustro, które było ustawione pod oddalonym o kilkadziesiąt metrów punktem. W związku z tym przystąpienie do pomiaru musiało być szeroko konsultowane z innymi działami kopalni, w celu wyeliminowania całego ruchu kołowego (pojazdy i maszyny górnicze), a także wyłączenia wszystkich urządzeń (w tym kombajnów wydobywczych), które powodują powstawanie pyłu. Pomiar odbywał się tylko w dni ustawowo wolne od pracy, w godzinach wieczornych. Tylko tak przyjęty harmonogram prac pozwalał na wyeliminowanie zapylenia powietrza podczas trwania pomiaru. Innym mankamentem długich celowych była wspomniana już widoczność pomiędzy punktami. Przed pomiarem należało usunąć wszelkie przeszkody w postaci maszyn i infrastruktury kopalnianej, a infrastrukturę niemożliwą do usunięcia (np. tamy wentylacyjne) należało uwzględnić w projekcie pomiaru i znaleźć metodę ich „eliminacji” (np. poprzez modyfikację pomiaru). W przypadku braku możliwości eliminacji danej przeszkody termin pomiaru był przekładany. Wpływało to bezpośrednio na czas pomiędzy wykonaniem poszczególnych kampanii pomiarowych. Początkowo były to odstępy równomierne, wynoszące około 35-40 dni. W miarę degradacji chodników, a przez to pojawiania się kolejnych maszyn i infrastruktury kopalnianej, czas pomiędzy kolejnymi pomiarami znacząco się wydłużył, jak i pojawiła się pewna nieregularność czasowa pomiędzy kolejnymi seriami.

Jeśli chodzi o sposób stabilizacji punktów na przekrojach, należy zauważyć, że najwyższy namalowany punkt znajdował się na wysokości około 6 m w stosunku do spągu wyrobiska. Wspomniana wysokość była dużym wyzwaniem patrząc także pod kątem stabilizacji punktów. Namalowanie takiego punktu to praca jednorazowa, wymagająca użycia specjalistycznego podnośnika. Dużo większym wyzwaniem była konserwacja wspomnianych punktów tuż przed wykonaniem pomiarów. Na kilku przekrojach występowały punkty wykonane na wysokim stropie, które z racji ich położenia, powodowały duże komplikacje w trakcie usuwania nagromadzonego na nich pyłu solnego.

Sam pomiar wymagał dużego zaangażowania uczestników. Długość odległości celowych wymuszały użycie dodatkowych środków

wspomagających łączność między poszczególnymi członkami ekipy pomiarowej. Tempo pracy załogi musiało być utrzymane na dość wysokim poziomie przez cały czas pomiaru. Od osoby obsługującej tachimetr wymagano nie tylko znajomości przebiegu całego pomiaru wraz ze znajomością użytych technik pomiarowych, ale także miejsc położenia punktów pomiarowych (w szczególności na przekrojach) oraz czuwania nad prawidłowością przebiegu samego pomiaru.

Proponowane nowe metody pomiaru

Z opisanej powyżej metody pomiarowej można korzystać jedynie, gdy wyrobisko mieści się w standardowych, opisanych uprzednio (Rysunek 1) gabarytach. Jednakże wspomniano już o tym, że jeden z kombajnów (MB770) wykonuje wyrobisko o przekroju poprzecznym zbliżonym do kwadratu o boku 15 m (Rysunek 8). Aktualnie dostępnych do pomiarów jest dziewięć takich komór i są one zlokalizowane bezpośrednio nad polami wydobywczymi SI-XI/5 i SI-XI/6. Należy spodziewać się, że przesuwający się front eksploatacji rudy miedzionośnej będzie miał bardzo silny wpływ na zaciskanie położonych powyżej tego typu wyrobisk. W związku z powyższym należy przygotować się do monitoringu zaciskania wspomnianych pustek w sposób umożliwiający ocenę szybkości zachodzenia konwergencji. Dzięki temu będzie można oszacować czas, w którym pustki te będą mogły zostać wykorzystane na przykład do gromadzenia pyłu solnego⁷. Dodatkową informacją może być możliwość oszacowania czasu, w którym wyrobiska te będą mogły być wykorzystywane do prowadzenia zużytego powietrza pochodzącego z wyrobisk miedziowych.

Ze względu na znacząco większy gabaryt wyrobisk niemożliwym jest zastosowanie którejkolwiek z opisanych wcześniej metod pomiaru.

⁷ Pył solny jest ubocznym skutkiem urabiania i przeróbki soli kamiennej. Przyjmuje się, że podczas wytworzenia jednego kilograma gotowej soli powstaje kilkanaście dekagramów pyłu solnego. Jest on traktowany jako odpad i wykorzystywany jako rodzaj podsadzki suchej. Miejsca nagromadzenia pyłu solnego są sukcesywnie czyszczone z jego nadmiaru i jest on składowany w nieczynnych komorach eksploatacyjnych, celem minimalizacji wpływów eksploatacji górniczej na powierzchnię terenu.



Rysunek 8. Widok wyrobiska wykonanego kombajnem MB770 poprzez wykonanie łącznie sześciu przebiegów kombajnu. Wyrobisko w przekroju poprzecznym jest zbliżone do kwadratu z bokiem o długości 15 m. Dla porównania pojazd znajdujący się na pierwszym planie ma wysokość 2,1 m.

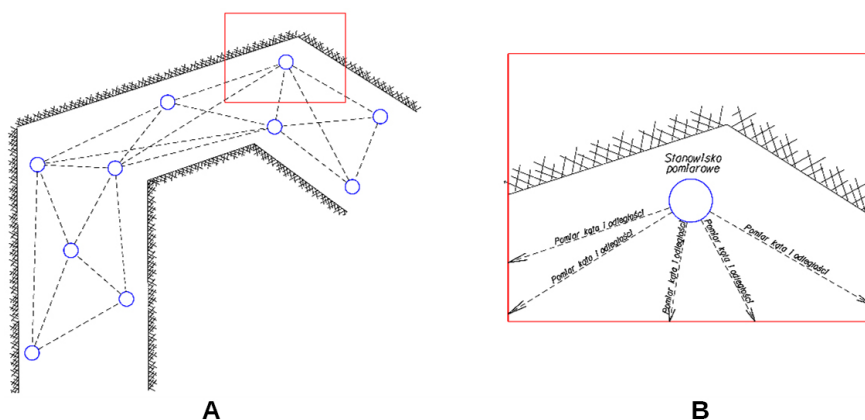
Źródło: Opracował Dariusz Gulowaty, 2019.

Przedstawione uprzednio pomiary wymagają bezpośredniego dostępu do ociosów i stropu wyrobiska. Niestety, ale bieżąca konserwacja punktów obserwacyjnych, jak i ich odtwarzanie i pomiar byłyby niezwykle problematyczne, kosztowne i wymagające użycia każdorazowo specjalistycznego sprzętu do pracy na wysokości wraz ze specjalnie do tego celu przeszkoloną załogą. W związku z powyższym proponuje się wykonanie innego typu pomiaru, jakim jest pomiar osnowy realizacyjnej dowiązanej do osnowy szczegółowej wraz z wykonaniem skaningu laserowego w miejscach wytypowanych do badań.

Pomiar taki polegałby na założeniu siatki punktów, w których dokonywano by pomiaru jak największej ilości kątów i odległości. Schemat ideowy przedstawiono na Rysunku 9. Dzięki temu zostałyby stworzone siatki triangulacyjne, podobne do siatki wykorzystywanej do pomiaru obszaru kraju w pierwszej połowie XX wieku⁸. Proponuje się wykona-

⁸ J. Beluch, Ćwiczenia z geodezji II, Kraków 2008.

nie pomiaru z wykorzystaniem tego samego typu tachimetru, co obecnie stosowany, wraz ze standardowym osprzętem geodezyjnym w postaci luster i statywów geodezyjnych. Wiąże się to bezpośrednio z eliminacją wysokich kosztów zakupu dedykowanych urządzeń, przeznaczonych tylko do tego typu pomiarów. Oczywiście należy przy tym zauważyć, że najprawdopodobniej taki pomiar będzie wykorzystywał dużo większą ilość aparatury, co wiązać się będzie z jednorazowym zakupem osprzętu w postaci: statywu, spodarki, trzpienia mocującego i lustra. Koszt zakupu całego dodatkowego oprzyrządowania oszacowano na maksymalnie kilkanaście tysięcy złotych i byłby on ponoszony jednorazowo przez cały okres pomiarów. Dodatkowy osprzęt, z uwagi na uniwersalny charakter wykorzystania, będzie można użyć także w dowolnych pomiarach geodezyjnych. Sama technika wykonania pomiaru nie odbiegałaby od stosowanej dotychczasowo. Jest to duża zaleta, ponieważ do pomiaru mogą przystąpić pracownicy, którzy dotychczasowo uczestniczyli we wspomnianych uprzednio pomiarach linii obserwacyjnej. Ze względu na większą ilość celów, które zostałyby zmierzone z pojedynczego stanowiska należy



Rysunek 9. Schemat przykładowej sieci pomiarowej. B: przedstawiono rzut z góry ogólnego położenia przykładowych punktów (na niebiesko) oraz rozmieszczenie celowych pomiędzy punktami (przerwane linie).

A: wskazano przybliżenie jednego ze stanowisk wraz z zaznaczeniem kierunku pomiaru do punktów leżących najbliżej stanowiska pomiarowego.

Źródło: Opracował Dariusz Gulowaty, 2019.

uwzględnić rozszerzenie zespołu pomiarowego z sześciu osób do około ośmiu lub dziewięciu. Liczba osób uczestnicząca w pomiarze byłaby uzależniona od tego, czy pomiar odbywałby się po wcześniej założonych punktach czy po punktach traconych.

Zarówno pomiar po punktach traconych, jak i po punktach zastabilizowanych ma swoje zalety i wady. Rozważając pomiar po punktach traconych, pierwszą zaletą takiego pomiaru jest szybkość jego przeprowadzenia. Każdy z użytych statywów wymagałby tylko jego spoziomowania, bez czasochłonnego centrowania pod punktem. Inną zaletą punktów traconych jest bardzo duża elastyczność kształtu sieci punktów pomiarowych. Przy tak zaplanowanym pomiarze doświadczona ekipa pomiarowa jest w stanie wykonać pomiar przez większość przeszkód zaburzających pomiar. W dotychczas stosowanej metodzie pomiarowej zabudowanie prostej tamy wentylacyjnej mogło uniemożliwić pomiar. Częstym problemem poprzedniej linii było pozostawienie w wyrobisku ze względów technicznych wszelkich maszyn (np. kombajnu) lub elementów infrastruktury. Przy takim trybie pomiaru prosta zmiana geometrii samej sieci może wyeliminować tego typu „niespodzianki”. Największą wadą pomiaru punktów straconych jest brak możliwości powtórzenia pomiaru, jeśli w trakcie pomiaru wystąpią problemy z użytą aparaturą pomiarową, a przez to konieczność wykonania powtórnego pomiaru na stanowisku już zlikwidowanym. Drugim potencjalnym problemem jest brak możliwości kontroli kształtu sieci. Jeśli pracownicy zastosują niewłaściwe kształty trójkątów tworzących sieć (np. zbyt długie ramiona poszczególnych trójkątów), może mieć to duży wpływ na dokładność takiej sieci pomiarowej.

Przechodząc do wykonania pomiaru w oparciu o punkty zamocowane w stropie wyrobiska to niewątpliwą zaletą tej metody pomiaru będzie możliwość wstępnej kontroli sieci już w trakcie wykonywania pomiarów. Kształt takiej sieci będzie z góry określony, co wiąże się z pojedynczą analizą *a priori* elips błędów położenia poszczególnych punktów wykonaną dla całej sieci. Przy z góry narzuconych stanowiskach brak jest możliwości wykonania niewłaściwych długości boków między punktami. Jednakże należy zauważyć, że szybkość ustawienia stanowiska pomiarowego znacząco spadnie, ponieważ pracownicy będą musieli bardzo dokładnie ustawić zestaw pomiarowy pod punktem. Innym potencjalnym problemem

może być niszczenie pojedynczych punktów lub nawet całych grup punktów przez np. wykonanie przybierki stropu⁹. Także konserwacja, czyli usunięcie nagromadzonego pyłu z takich punktów, nie należałaby do prostych czynności. O ile część z nich będzie umieszczona na standardowej wysokości do 6 m, to już na komorach eksploatacyjnych ta wysokość będzie sukcesywnie rosła do docelowych 15 m. Z docelową wysokością związany jest jeszcze jeden problem. Mianowicie im wyższa wysokość, tym trudniejsze staje się precyzyjne centrowanie zarówno pionownikiem laserowym, jak i optycznym. Dodatkowy problem mogą stanowić także wszelkie czasowe lub stałe przesłonięcia widoczności między niektórymi punktami, co znacząco utrudni poszczególne kampanie pomiarowe.

W związku z rozważeniem zalet i wad obu możliwości pomiarowych proponuje się zaniechanie wykorzystania stałych stanowisk pomiarowych na rzecz zdecydowanie szybszego pomiaru na punktach traconych.

Jak wcześniej wspomniano, w części wyrobisk planuje się zaznaczyć miejsca, gdzie będzie wykonywany dodatkowy pomiar przekrojów chodnika. Aby zapewnić maksymalną dokładność pomiaru zaleca się użycie stacjonarnego skanera laserowego. Skaner można ustawić na statywie na stanowisku pomiarowym wykorzystując specjalny adapter. Aby poprawić dokładność i powtarzalność pomiarów na ociosach wyrobiska planuje się zamocowanie specjalnych znaków pomiarowych, które w procesie obróbki i analizy danych będą służyły jako punkty odniesienia. Wykorzystanie skaningu laserowego do pomiaru pozwoli na uzyskanie danych potrzebnych nie tylko do wyznaczenia realnego kształtu przekroju poprzecznego wyrobiska, ale także do bardzo dokładnego obliczenia objętości wybranych wycinków wyrobisk.

Analiza uzyskanych danych w pierwszej kolejności polegać będzie na policzeniu współrzędnych przestrzennych osnowy realizacyjnej sposobem ścisłym, wykorzystując specjalistyczne programy geodezyjne (np. pakiet GeoNet). Zasadniczo obliczenie punktów traconych, jak i zastabilizowanych nie będzie znacząco się różnić. Należy przy tym zauważyć,

⁹ Przybierki stropu wykonane mechanicznie przez jeden z dostępnych kombajnów to podstawowa metoda eliminacji niebezpieczeństwa związanego z „łuszczeniem się” stropu i opadaniem niedużych, cienkich warstw soli kamiennej. Są one sukcesywnie wykonywane na większości wyrobisk solnych wykorzystywanych do bieżącej pracy.

że pracownik wykonujący obliczenia powinien uczestniczyć w pomiarze, tak aby mógł na bieżąco prowadzić szkic pomiaru kątów na poszczególnych stanowiskach. Taki tryb pomiaru i obliczeń minimalizuje możliwość pomyłki podczas przygotowania i przetwarzania danych.

Rozmiar danych pochodzących ze skaningu laserowego nie pozwala na użycie standardowych programów geodezyjnych. W związku z tym proponuje się wykorzystanie oprogramowania producenta do eksportu wynikowych chmur punktów do formatów obsługiwanych przez specjalistyczne oprogramowanie i dalszą obróbkę w wybranych programach typu CAD.

Podsumowanie

Nadrzędnym celem wypracowania nowej metody pomiaru będzie zbadanie zjawiska deformacji wyrobisk metodami pomiarowymi gwarantującymi odniesienie wszelkich deformacji do PUWG PL-ETRF2000. Wyliczenie deformacji w układzie państwowym, w przeciwieństwie do zastosowanych przez OBR „Chemkop” układów lokalnych wyrobiska, należy traktować jako metody pomiaru w układzie bezwzględny. Takie podejście do problemu daje szerokie możliwości analizy przestrzennej nie tylko dla samego powiązania oddziaływań obu frontów wydobywczych, ale także oddziaływań na powierzchnię terenu znajdującego się nad eksploatacją. Dzięki zastosowaniu nowoczesnego sprzętu pomiarowego, można pozyskać dużą ilość danych pomiarowych wysokiej jakości. Przy użyciu precyzyjnego skaningu laserowego można uzyskać bardzo dokładną chmurę punktów, która może służyć na przykład do obliczenia realnej konwergencji objętościowej. Oczywiście nadanie georeferencji (czyli odniesienie jej do globalnego układu współrzędnych) w proponowanym pomiarze zostałyby wykonane z użyciem klasycznej sieci triangulacyjnej.

W przyszłości należy także uwzględnić, że pustki poeksploatacyjne mogą być wykorzystane jako ogromne magazyny surowców, takich jak gaz ziemny lub dwutlenek węgla. W tego rodzaju pustkach będzie składować odpady pochodzące ze spalarni odpadów komunalnych lub też odpady radioaktywne. W związku z powyższym jest wiele możliwości wykorzystania danych archiwalnych i aktualnie zbieranych. Zmiana

koncepcji wykorzystania pustek poeksploacyjnych będzie wymagała analizy jak dana przestrzeń zachowuje się w ujęciu czasowym, która wymaga kompletnych i rzetelnych danych pomiarowych.

Bibliografia

Artykuły naukowe

Bieniasz J., Wojnar W., *Zarys historii pomiarów i wybrane wyniki obserwacji zjawiska konwergencji wyrobisk w pokładach złoża soli*, „Gospodarka Surowcami Mineralnymi” 2007, t. 23.

Pozycje zwarte

Beluch J., *Ćwiczenia z geodezji II*, Kraków 2008.

Bieniasz J., Pietras J., *Pomiary konwergencji wyrobisk solnych oraz deformacji wglębnej górotworu solnego wokół wyrobisk*, Kraków 2019 (niepublikowane).

Hejmanowski R., *Określenie wpływów eksploatacji złoża miedzi i złoża soli dla koncesji „Bądzów” Etap I – Weryfikacja założeń dotyczących eksploatacji złoża soli kamiennej i OG „Bądzów”*, Kraków 2018 (niepublikowane).

Hejmanowski R., *Określenie wpływów eksploatacji złoża miedzi i złoża soli dla koncesji „Bądzów” Etap II – Określenie wzajemnych wpływów eksploatacji złoża rud miedzi i złoża soli kamiennej na powierzchnię*, Kraków 2019 (niepublikowane).

Piestrzyński A. (red.), *Monografia KGHM Polska Miedź S.A.*, Lubin 2007.

Prace dyplomowe

Maj A., *Opracowanie modelu konwergencji wyrobisk w podziemnych kopalniach soli*, Rozprawa doktorska, Kraków 2019.

Biogram autora

Adam Krzysztof Agatowski – absolwent Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie na kierunku geodezja i kartografia, specjalność: geoinformacja i geodezja górnicza. Wieloletni pracownik Działu

Mierniczego Zakładów Górniczych Polkowice–Sierszowice. Swoje pierwsze doświadczenia w dziedzinie geodezji zdobywał w Okręgowym Przedsiębiorstwie Geodezyjno-Kartograficznym GEOMAP w Kielcach oraz w Okręgowym Przedsiębiorstwie Geodezyjno-Kartograficznym w Krakowie. Aktualnie jest doktorantem Szkoły Doktorskiej Akademii Górniczo-Hutniczej w dyscyplinie nauki o ziemi i środowisku. Obszarami jego aktualnych badań są w szczególności deformacje wyrobisk górniczych oraz przetwarzanie danych pomiarowych pochodzących ze skanowania laserowego do modelowania wyrobisk górniczych.

Tadeusz Gorewoda

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych w Gliwicach
ORCID: 0000-0001-5715-4412

Justyna Kostrzewa

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych w Gliwicach
ORCID: 0000-0001-9065-8110

Kontrola analityczna w przemyśle krzemowym – aktualne zagadnienia

Streszczenie: Krzem wysokiej czystości stosowany w panelach fotowoltaicznych i komponentach elektronicznych, żelazokrzem magnezowe i żelazokrzem wykorzystywane w przemyśle motoryzacyjnym czy mikrokrzemionka o bardzo szerokim zastosowaniu w cementach, filtrach lub jako wypełniacz – to materiały o wysokich wymaganiach dotyczących m.in. składu chemicznego. Liczne i szybkie zmiany technologiczne wymagają od laboratoriów rozwijania nowych metod analitycznych oraz nadążania za wymogami jakości. W ten trend wpisuje się coraz częstsze wykorzystywanie w przemyśle krzemowym techniki fluorescencyjnej spektrometrii rentgenowskiej (XRF), gwarantującej szybkie uzyskanie wyniku analiz. Niemniej jednak napotyka ona na ograniczenia, np. w postaci braku materiałów odniesienia. W pracy opisano aktualne rozwiązania analityczne i związane z nimi problemy oraz proponowane rozwiązania.

Słowa kluczowe: analiza, krzem, spektrometria, wzorce, laboratorium

ANALYTICAL CONTROL IN SILICON INDUSTRY – CURRENT ISSUES¹

Abstract: High purity silicon used in photovoltaic panels and electronic components, ferro-silicon-magnesium and ferro-silicon used in automotive industry

¹ The article was written as a part of research conducted in Łukasiewicz Research Network – Institute of Non-Ferrous Metals. It includes authorship of research group: Tadeusz Gorewoda, Justyna Kostrzewa, Jacek Anyszkiewicz, Ewa Jamroz and Agata Jakóbk-Kolon (Silesian University of Technology) under edition: T. Gorewoda, J. Kostrzewa.

as well as microsilica with wide scope of applications in concretes, filters or as fillers in plastics are materials with high requirements in reference to chemical composition. Numerous and rapid technological changes require laboratories to develop of new analytical methods and keep up with quality requirements. This trend is reflected in the increasingly frequent use of the X-ray fluorescence spectrometry (XRF) technique in the silicon industry, which guarantees quick results of analyses. Nevertheless, it encounters limitations, e.g. in the form of a lack of reference materials. The paper describes current analytical solutions and related problems, as well as proposed solutions.

Keywords: analysis, silicon, spectrometry, standards, laboratory

Wstęp

Krzem jest pierwiastkiem bardzo powszechnym w przyrodzie, którego zawartość w zewnętrznych sferach ziemi to 26,95%. Jest to metaloid, niemniej jednak w przemyśle przyjęło się określenie „krzem metaliczny”, w odniesieniu do tego pierwiastka o czystości co najmniej technicznej. To określenie będzie także stosowane w niniejszym rozdziale. Pomimo tak dużych zasobów, jedynie część z nich nadaje się do zastosowań przemysłowych i gospodarczych. Pomijając zastosowanie piasku w konstrukcjach budowlanych, niezwykle istotne obszary, w których występuje ten pierwiastek, to elektronika, energetyka solarna, metalurgia, polimery i filtracja oraz kataliza i przemysł kosmetyczny. W szczególności zastosowania elektroniczne oraz panele solarne wymagają krzemu bardzo wysokiej czystości, którego produkcja wymaga odpowiedniej jakości kwarcu. Między innymi takie wymogi spowodowały ujęcie krzemu na liście surowców krytycznych Unii Europejskiej (ang. *Critical Raw Materials*), a produkcja krzemu *solar grade*, żelazo-krzemów (FS), żelazo-magnezo-krzemów (FSM), mikrokrzemionki i innych tego typu materiałów ma wymiar strategiczny. O skali rynku krzemu świadczą liczby i prognozy – w 2021 roku osiągnął on wymiar 2 827,36 kiloton. Oczekuje się również rozwoju tego rynku² w kolejnych latach 2022–2027 z współczynnikiem wzrostu CAGR (ang. compound annual growth rate) równym 5,3%. Większość krzemu

² Oficjalna strona Mordor Intelligence, <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/silicon-metal-market>, [dostęp: 06.06.2022].

(około 80%) jest przetwarzana do formy żelazo-krzemów, używanych w produkcji stali i stopów. W kwestii bardziej rozwiniętych zastosowań, ocenia się również, iż ponad jedna trzecia wszystkich urządzeń elektronicznych zawiera półprzewodniki krzemowe³.

W zakresie krzemu zasoby własne Europy stanowią 42% całkowitego zapotrzebowania i są skompresowane głównie w zasobach firm norweskich i francuskich (grupy ELKEM i FerroPem). Równocześnie istnieje wiele firm zajmujących się produkcją i przetwórstwem materiałów krzemowych.

Główną grupę firm krzemowych stanowią producenci krzemu, mikrokrzemionki i żelazokrzemu. Grupa ta z założenia zajmuje się produkcją na masową skalę. Produkcja żelazokrzemu w 2014 roku wyniosła ponad 7 mln ton, natomiast krzemu metalicznego około 2 mln ton. W samym 2015 roku zużyto ponad 40 000 ton krzemu o wysokiej czystości do zastosowań w półprzewodnikach i czujnikach. Równie istotnym obszarem przemysłu krzemowego są producenci paneli słonecznych, nowoczesnego sprzętu elektronicznego, firmy odzyskujące krzem, producenci polimerów i silikonów. W ostatnich latach można było zaobserwować szczególny rozwój fotowoltaiki, a i prognozy dla tego segmentu wskazują na silny rozwój. Konsumpcja w sektorze paneli solarnych potroiła się w okresie od 2010 do 2019 roku, a krótkoterminowe prognozy wskazują wzrost wartości tego sektora konsumującego krzem z 6520 miliona USD w 2017 roku do 9170 miliona USD w 2025 roku⁴. Obecny kryzys energetyczny, wynikający m.in. z sankcji na paliwa kopalne i ropę pochodzącą z Rosji, najprawdopodobniej istotnie zwiększy te docelowe wartości. Na wewnętrzne potrzeby Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych i firmy Elkem w 2019 roku przeprowadzono analizę, podczas której zidentyfikowano 60 producentów krzemu, 15 producentów żelazo-krzemów, 20 firm produkujących krzem czystości *solar grade* oraz 75 przedsiębiorstw wytwarzających mikrokrzemionkę (ze względu na brak danych analiza ta nie obejmowała Chin). Zidentyfikowano także 64 przedsiębiorstwa

³ Oficjalna strona BEROE Advantage Procurement, <https://www.beroeinc.com/commodity/silicon-market>, [dostęp: 06.06.2022].

⁴ Oficjalna strona Market watch, <https://www.marketwatch.com/press-release/global-silicon-metal-market-2019-market-size-share-trends-growth-cagr-status-and-key-players-forecast-to-2025-2019-10-02>, [dostęp: 06.06.2022].

wykonujące recykling prowadzący do odzysku krzemu, głównie paneli solarnych⁵. Rozwój tego rynku na pewno będzie w najbliższej przyszłości mocno stymulowany przez dwa czynniki – prawny, w postaci dyrektywy WEEE (ang. Waste of Electrical and Electronic Equipment/pol. zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny – utylizacja odpadów elektrycznych i elektronicznych), nakładającej na producentów paneli obowiązek zapewnienia ich recyklingu oraz fizyczny, wynikający z naturalnego zużycia pierwszych partii paneli montowanych w latach dziewięćdziesiątych i na początku XXI wieku (sprawność paneli spada do 80% po około 20 latach użytkowania, a czas użytkowania ówczesnie wyprodukowanych paneli przewidywany był na około 30 lat)⁶. Wszystkie te firmy muszą analizować skład swoich surowców i produktów oraz kontrolować chemię procesów produkcyjnych. Nie oznacza to jednak, że w każdej firmie funkcjonuje laboratorium analityczne. W ramach wspomnianej wcześniej analizy stwierdzono, że jedynie połowa producentów krzemu posiada takie laboratoria, dwie firmy produkujące żelazo-krzemy i 10 producentów mikrokrzemionki. Ze względu na bardzo wysokie wymagania jakościowe krzemu gatunku *solar grade*, praktycznie każdy jego producent posiada własne laboratorium analityczne (część analiz może być podzlecana). Firmy nieposiadające własnego zaplecza analitycznego, mogą zlecić analizy do laboratoriów komercyjnych, przy czym zidentyfikowano 15 laboratoriów wykonujących analizy krzemu i żelazo-krzemów, 20 laboratoriów oferujących analizy krzemu *solar grade* oraz 10 analizujących mikrokrzemionkę. Do grupy podmiotów zainteresowanych analizą krzemu można także zaliczyć uczelnie wyższe i instytuty badawcze prowadzące badania nad materiałami krzemowymi. W tym obszarze zidentyfikowano 15 podmiotów zajmujących się badaniami nad krzemem metalicznym, 10 prowadzących badania nad żelazo-krzemami, 20 grup badawczych działających w tematyce krzemu *solar grade* i pięć w zakresie mikrokrzemionki. We wnioskach cytowanej analizy określono, iż badanie składu krzemu metalicznego wykonuje ponad 120 podmiotów, żelazo-krzemów ponad 40,

⁵ Oficjalna strona Solar Trade Platform and Directory of Solar Companies, <https://www.ensolar.com/directory/service/manufacturers-recycling>, [dostęp: 06.06.2022].

⁶ Oficjalna strona European WEEE Directive, <http://www.solarwaste.eu>, [dostęp: 06.06.2022].

krzemu *solar grade* ponad 70, a mikrokrzemionki ponad 100 firm. Są to liczby obejmujące w pełni zidentyfikowane firmy, z reguły duże przedsiębiorstwa, bez danych z Chińskiej Republiki Ludowej. Oznacza to, że rynek laboratoriów zaangażowanych w analizy materiałów krzemowych jest na pewno jeszcze większy.

Analiza materiałów krzemowych

Analityka materiałów krzemowych to bardzo obszerny temat. Aby na stronach niniejszego rozdziału odnieść się do najważniejszych zagadnień z tego obszaru, ograniczono się jedynie do przykładów z oznaczeń składu krzemu metalicznego, żelazokrzemu magnezowego (FSM) i mikrokrzemionki. Ponieważ jest to zagadnienie dotyczące analiz przemysłowych, nie istnieje obszerna literatura naukowa na ten temat. Niemniej jednak warto przytoczyć nieliczne opracowania. Krzem metaliczny stosowany do produkcji paneli solarnych, jak również w przemyśle elektronicznym, musi spełniać wymagania odnośnie do składu chemicznego, dlatego tak ważne jest dobranie odpowiedniej metody analitycznej do określenia składu pierwiastkowego tego typu materiałów⁷. Mikrokrzemionka, lub inaczej pył krzemionkowy, to amorficzny rodzaj pyłu krzemionkowego zbieranego głównie w filtrach workowych jako produkt uboczny produkcji krzemu i żelazokrzemu. Mikrokrzemionka zawiera śladowe ilości tlenków metali ciężkich i osadów organicznych, które pochodzą z naturalnych materiałów surowych. Jeżeli stężenie tych zanieczyszczeń jest bardzo niskie, mikrokrzemionka spełnia wymagania polityki producentów i regulacje międzynarodowe⁸. Do oznaczania składu pierwiastkowego mikrokrzemionki stosowane mogą być różne metody analityczne, jak na przykład technika XRF, ICP-OES lub też FAAS⁹.

⁷ J. Hofstetter, J.F. Lelièvre, C. del Canizo, A. Luque, *Acceptable contamination levels in solar grade silicon: From feedstock to solar cell*, „Materials Science and Engineering B” 2009, t. 159–160, s. 299–304.

⁸ F. Bernd, *Microsilica – Characterization of an Unique Additive*, Sao Paulo 2006.

⁹ *Silica Fume* By Gary M. Gapinski and John Scanlon.

Przechodząc do bardziej szczegółowych doniesień literaturowych, Jimmy Blanchet opracował metody preparatyki próbek krzemu metalicznego i FSM poprzez stopienie ich do pereł boranowych po uprzednim utlenieniu za pomocą mocnych zasad (np. LiOH) oraz pomiaru za pomocą spektrometrii XRF¹⁰. Artykuł pt. *Fast determination of impurities in metallurgical grade silicon for photovoltaics by instrumental neutron activation analysis* opisuje z kolei sposób analizy zanieczyszczeń w krzemie metalicznym techniką instrumentalnej analizy aktywacji neutronów (NAA)¹¹. Jest to metoda niewymagająca materiałów kalibracyjnych i uznawana za miarodajną analizę bezpośrednią, jednakże wymagająca drogiego sprzętu, w zasadzie niedostępnego dla typowych laboratoriów. Kolejną techniką analityczną, jaką można wykorzystać w analizie zanieczyszczeń w krzemie metalicznym jest technika ICP-MS. W artykule: *Determination of impurities in solar grade silicon by inductively coupled plasma sector field mass spectrometry (ICP-SFMS) subsequent to matrix evaporation* przedstawiono sposób analizy 22 różnych zanieczyszczeń w krzemie metalicznym po wcześniejszym roztworzeniu próbki w mieszaninie kwasów (HF i HNO₃)¹². Kolejny artykuł: *Determination of relative sensitivity factors for trace element analysis of solar cell silicon by fast-flow glow discharge mass spectrometry* opisuje metodę oznaczania zanieczyszczeń w krzemie metalicznym techniką spektrometrii mas z wzbudzeniem jarzeniowym GDMS, jak również XRF oraz ICP-MS – próbki do badań dostarczone były przez firmę ELKEM¹³. Również w artykule: *Detection limits for glow discharge mass spectrometry (GDMS) analyses of impurities in solar cell*

¹⁰ J. Blanchette, *A quick and reliable fusion method for silicone and ferro silicon*, „Advances in X-ray Analysis” 2002, t. 45, s. 415–420.

¹¹ J. Hampel, F.M. Boldt, H. Gerstenberg, G. Hampel, J.V. Kratz, S. Reber, N. Wiehl, *Fast determination of impurities in metallurgical grade silicon for photovoltaics by instrumental neutron activation analysis*, „Applied radiation and isotopes” 2011, t. 69, s. 1365–1368.

¹² M. Balski, H. Kipphardt, A. Berger, S. Meyerc, U. Panne, *Determination of impurities in solar grade silicon by inductively coupled plasma sector field mass spectrometry (ICP-SFMS) subsequent to matrix evaporation*, „Analytical Methods” 2014, 6, s. 77–85.

¹³ M. Di Sabatino, A.L. Dons, J. Hinrichs, L. Arnberg, *Determination of relative sensitivity factors for trace element analysis of solar cell silicon by fast-flow glow discharge mass spectrometry*, „Spectrochimica Acta Part B” 2011, t. 66, s. 144–148.

silicon przedstawiono metodę analizy składu oraz możliwe do osiągnięcia granice wykrywalności dla krzemu metalicznego techniką GDMS¹⁴.

Analiza materiałów krzemowych jest trudna, m.in. ze względu na konieczność oznaczania zawartości pierwiastków na wysokich i bardzo niskich poziomach zawartości. W tym pierwszym przypadku historycznie wykorzystywane były metody analiz klasycznych, takie jak wolumetria i grawimetria. Obecnie jednak w celu oznaczania pierwiastków występujących w materiałach krzemowych w większych ilościach stosowana jest fluorescencyjna spektrometria rentgenowska (XRF, ang. X-ray Fluorescence), z przygotowaniem próbki w postaci prasowanej pastylki lub stapienia w perłę boranową. To przejście, z analiz klasycznych do instrumentalnych, nie jest łatwe. Podstawowe problemy laboratoriów w tym zakresie to:

- Efekty matrycowe – uziarnienia, absorbcji-wzmocnienia, różnice fazowe, w przypadku próbek mielonych i prasowanych w pastylki;
- Brak materiałów kalibracyjnych o odpowiednim składzie pierwiastkowym, umożliwiającym utworzenie odpowiednich krzywych kalibracyjnych na spektrometrze XRF;
- Konieczność zapewnienia zachowania składu podczas topienia materiału w formę perły boranowej;
- Brak gotowych norm i procedur oraz standaryzacji;
- Mała ilość matrycowych, certyfikowanych materiałów odniesienia (CRM, ang. Certified Reference Materials), lub ich brak dla niektórych matryc i pierwiastków;
- Całkowity brak CRM-ów, wytworzonych zgodnie z wymogami normy ISO 17034, utrudniający uzyskanie akredytacji przez laboratorium;
- Wykazanie spójności pomiarowej.

W przypadku analiz pierwiastków, których zawartości są poniżej granic oznaczalności techniki XRF, stosowane są najczęściej techniki, takie jak ICO-OES lub ICP-MS. Są one stosowane m.in. w oznaczeniach Fe, Ca, Mg, Al, Na, K, P, S czy Zn. Techniki te wymagają roztworzenia próbki w jednym lub mieszaninie kwasów. W tym zakresie najczęstsze problem, to:

¹⁴ M. Di Sabatino, *Detection limits for glow discharge mass spectrometry (GDMS) analyses of impurities in solar cell silicon*, „Measurement” 2014, t. 50, s. 135–140.

- Zmiana składu pierwiastkowego podczas preparatyki próbek (np. utrata części analitu);
- Korozja i zużycie aparatury oraz zagrożenia zdrowia laboranta ze względu na częste stosowanie kwasu fluorowodorowego;
- Niepełne usunięcie matrycy krzemowej za pomocą kwasu fluorowodorowego;
- Interferencje spektralne;
- Mała ilość matrycowych, certyfikowanych materiałów odniesienia (CRM), lub ich brak dla niektórych matryc i pierwiastków.

Ostatni z wymienionych problemów może być dyskusyjny. Są bowiem dostępne certyfikowane roztwory podstawowe, zawierające certyfikowane zawartości poszczególnych pierwiastków, które mogą być stosowane w kalibracji i zapewnieniu spójności pomiarowej. Większość z takich roztworów jest obecnie wytwarzana przez akredytowanych producentów, zgodnie z wymogami ISO 17034. Niemniej jednak dowodzą one tylko poprawności i miarodajności procesu analizy przebiegającego na spektrometrze, nie obejmując nieraz trudnych procesów preparatyki próbek (np. roztwarzania krzemu metalicznego). Aby wykazać, że cała procedura analityczna prowadzi do uzyskania ważnego wyniku, spójnego z jednostkami SI, należy przeprowadzić walidację uwzględniającą także proces przygotowania próbki, a wykonanie go bez rzeczywistego materiału o certyfikowanym składzie, analogicznym do składu typowych próbek, jest praktycznie niewykonalne.

W kolejnych punktach niniejszego rozdziału odniesiono się do najważniejszych z określonych powyżej problemów analitycznych.

Certyfikowane materiały odniesienia dla krzemu i jego związków

Zapewnienie spójności pomiarowej polega na utrzymaniu nieprzerwanego łańcucha powiązań do podstawowych jednostek układu SI. W tym przypadku oznacza to, że laboratorium pośrednio odnosi się do zdefiniowanych międzynarodowo wzorców masy. Całe zagadnienie jest opisane i stanowi wymóg normy ISO 17025 „Ogólne wymagania dotyczące

kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących”¹⁵. W praktyce oznacza to stosowanie certyfikowanych materiałów odniesienia do kontroli jakości procedury analitycznej lub przeniesienie spójności pomiarowej z substancji o udokumentowanej wysokiej czystości na wynik, wymagające udowodnienia zachowania jej na wszystkich etapach. Znacznie wygodniejsze dla laboratorium jest to pierwsze rozwiązanie, ponieważ przenosi odpowiedzialność za udowodnienie spójności na producenta CRM-u. Żeby zrozumieć to rozwiązanie, należy przywołać definicję certyfikowanego materiału odniesienia. Zgodnie z nią, jest to „materiał o jednej lub wielu określonych właściwościach scharakteryzowanych przez metrologicznie poprawną procedurę, któremu towarzyszy certyfikat podający wartość określonej właściwości, związaną z nią niepewność oraz stwierdzenie o spójności pomiarowej”¹⁶. W praktyce potwierdzenie spójności ogranicza się do wykonania daną procedurą analityczną oznaczenia parametru certyfikowanego w danym CRM-ie i sprawdzenia odtwarzalności. Drugi wspomniany sposób zapewniania spójności wymaga m.in. utrzymania nadzoru i wzorcowania wag, pipet, stosowania odpowiedniej jakości szkła pomiarowego i innego sprzętu o charakterystyce metrologicznej oraz statystycznych obliczeń, stanowiących dowód na brak istotnego wpływu poszczególnych etapów na spójność ostatecznie otrzymywanych wyników.

Udokumentowanie spójności pomiarowej jest jednym z warunków *sine qua non* uzyskania akredytacji laboratorium w zakresie danej procedury analitycznej. W Polsce do 2019 roku w praktyce mogły być stosowane w tym celu CRM-y dowolnego producenta i zasadniczo Polskie Centrum Akredytacji (PCA) wymagało tylko przedstawienia odpowiedniego certyfikatu oraz stosowania danego wzorca w okresie jego ważności. Podobna sytuacja obowiązywała w laboratoriach na całym świecie, w związku z powyższym producenci materiałów krzemowych mieli pewne możliwości zakupu i używania CRM-ów w swojej praktyce laboratoryjnej. Na rynku było i jest dostępnych kilka wzorców dla krzemu metalicznego, żelazo-krzemów i mikrokrzemionki. Rozwój technologii wykorzystujących

¹⁵ Norma PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02 „Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących”.

¹⁶ Norma PN-EN ISO 17034:2017-03 „Ogólne wymagania dotyczące kompetencji producentów materiałów odniesienia”.

krzem powoduje jednak widoczną dynamikę zmian. Dążenie do wytworzenia materiałów krzemowych o jak najwyższych parametrach idzie w parze z wzrostem wymagań dla laboratoriów – producenci chcą oznaczać coraz więcej pierwiastków, a wymogi czystości powodują konieczność wykonywania analiz na coraz niższych poziomach stężeń. W latach 2015–2017 International Organization for Standardization (ISO) opublikowało zestaw nowych, zharmonizowanych norm zbioru 17. Obejmowało to m.in. nowelizacją normy ISO 17025¹⁵ i zupełnie nową normę ISO 17034 *Ogólne wymagania dotyczące kompetencji producentów materiałów odniesienia*¹⁶. Zapisy tej drugiej były w dużej mierze znane i stosowane przez producentów, ponieważ norma tekstem w dużej części odpowiadała przewodnikowi ISO GUIDE 34. Efektem wprowadzenia tych norm był wymóg stosowania CRM-ów wyłącznie wytworzonych zgodnie z wymogami ISO 17034. W tej sytuacji CRM-y wykonane przed obowiązywaniem tej normy praktycznie straciły uznanie – w Polsce od 2019 roku zasadniczo PCA uznaje stosowanie wyłącznie takich wzorców, chyba że producent dostarczy dowodów spełnienia wymagań normy przez wytworzone wcześniej CRM-y. Biorąc pod uwagę właśnie zmiany w charakterystyce materiałów krzemowych, obecnie na rynku zidentyfikowano niewielką grupę CRM-ów dopasowanych składem do obecnych wymagań producentów materiałów krzemowych. Dostępny jest jeden CRM dla tlenu w krzemie, trzy materiały dla metalicznego krzemu (nie zawierające jednak wszystkich pierwiastków analizowanych aktualnie w laboratoriach), jeden materiał dla mikrokrzemionki (NIST 2692 zawierający siedem certyfikowanych pierwiastków, podczas gdy istnieje potrzeba oznaczania 12) oraz pewne wzorce dla techniki dyfrakcji rentgenowskiej (XRD, ang. X-Ray Diffraction), stosowanych w analizie fazowej. Biorąc pod uwagę okres wytworzenia tych CRM-ów, żaden z nich nie został wytworzony literalnie zgodnie z wymogami normy. Biorąc pod uwagę także brak certyfikacji w tych materiałach wymaganych przez dzisiejsze laboratoria pierwiastków, można zauważyć bardzo dużą lukę w możliwości stosowania obecnych na rynku CRM-ów do celów zapewnienia spójności przez te laboratoria. Producenci materiałów krzemowych, tacy jak Elkem i FerroPem, odczuwają jej istnienie – brakuje uniwersalnego, spójnego metrologicznie odniesienia, które gwarantowałoby, że wyniki uzyskane w laboratorium np. firmy produkującej krzem będą takie same, jak wyniki uzyskane w laboratorium jej klienta.

Chcąc zwiększyć miarodajność analiz i podnieść jakość pracy laboratoriów, producenci krzemu organizują wewnętrzne badania międzylaboratoryjne oraz dążą do wytworzenia materiałów odniesienia, akceptowanych przez inne laboratoria. Przykładem takiego działania jest projekt badawczy „Development of Reference Materials for Silicon Industry – Improvement of Quality Assurance”, realizowany w konsorcjum Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych i norweskiej firmy Elkem ASA Technology, a współfinansowany ze środków Funduszy Norweskich¹⁷. W ramach tego projektu, w latach 2020–2023, powstanie osiem nowych certyfikowanych materiałów odniesienia dla metalicznego krzemu, żelazokrzemu magnezowego oraz mikrokrzemionki, przeznaczonych na rynek międzynarodowy. Wytwarzanie takich materiałów można ogólnie podzielić na kolejne etapy:

- Opracowanie metody wytworzenia materiału o pożądanym składzie pierwiastkowym;
- Wytworzenie materiału kandydackiego w docelowej ilości (zwykle kilkadziesiąt do ponad 100 kilogramów);
- Ujednorodnienie wytworzonego materiału.




Norway
grants

Rycina 1. Krzem metaliczny i FSM – zdjęcie materiałów przeznaczonych na CRM w ramach projektu SilRef.

Źródło: z zasobów własnych Centrum Chemii Analitycznej Łukasiewicz – IMN

¹⁷ Oficjalna strona projektu Silref, <http://www.silref.eu>, [dostęp: 06.06.2022].

Firma Elkem, jako światowej rangi producent takich materiałów, wytworzyła materiały przeznaczone na CRM-y o odpowiednim składzie pierwiastkowym.

Tabela 1. Wstępny skład chemiczny kandydatów na CRM-y dla krzemu metalicznego: Si-1 oraz Si-2

Pierw.	Nazwa materiału							
	Si-1	Si-2	Si-SF-1	Si-SF-2	Si-SF-3	Si-FSM-1	Si-FSM-2	Si-FSM-4
	Zawartość pierwiastka [%]							
Si	-	-	45,7	43,3	40,8	48,4	44,2	44,6
Fe	1,13	0,40	0,044	1,48	4,50	44,9	41,8	44,3
Mg	-	-	0,128	0,389	0,849	3,38	7,13	5,50
Al	0,26	0,18	0,112	0,357	0,454	0,436	0,645	0,662
Ca	0,080	0,059	0,190	0,262	0,264	0,907	2,85	2,00
Ti	0,028	0,028	-	-	-	0,038	0,043	0,049
Cr	0,0030	0,0020	-	-	-	0,080	0,027	0,042
Ni	0,0010	0,0012	-	-	-	-	-	-
V	0,0021	0,0012	-	-	-	-	-	-
Mn	0,023	0,0046	-	-	-	0,474	0,417	0,362
Cu	0,0021	0,0025	-	-	-	-	-	-
P	0,0052	0,0020	0,013	0,0096	0,021	0,011	0,014	0,016
B	0,0018	0,0042	-	-	-	-	-	-
C	0,043	0,044	0,34	1,07	0,084	-	-	-
Na	-	-	0,147	0,345	0,536	-	-	-
K	-	-	0,256	0,793	1,43	-	-	-
Cl	-	-	0,020	0,011	0,053	-	-	-
S	-	-	0,082	0,258	0,367	-	-	-
Zn	-	-	0,0030	0,0181	0,056	-	-	-
LOI	-	-	1,07	2,55	2,35	-	-	-
Ce	-	-	-	-	-	0,487	0,467	0,381
La	-	-	-	-	-	0,258	0,281	0,223
Ba	-	-	-	-	-	0,142	0,0055	0,0052

Źródło: z zasobów własnych Centrum Chemii Analitycznej Łukasiewicz – IMN

W kolejnym etapie materiały te zostały ujednorodnione, a następnie poddane badaniom jednorodności i stabilności krótkoterminowej. Do końca 2022 roku zostaną wyznaczone wartości certyfikowane, na podstawie wyników analiz uzyskanych w kilku wytypowanych specjalistycznych laboratoriach. Nadmienając, iż cały proces produkcji tych CRM-ów

przebiega w ramach akredytowanego systemu jakości ISO 17034, obowiązującego w Centrum, w 2023 roku na rynek powinny trafić materiały w pełni dostosowane do obecnych wymagań laboratoriów analizujących materiały krzemowe.

Zastosowanie spektrometrii XRF do analiz materiałów krzemowych – prasowane proszki i stapianie w perły

Chętnie stosowaną metodą analityczną do oznaczania składu materiałów krzemowych jest metoda XRF. Jej zastosowanie w przemyśle krzemowym, w zastępstwie metod wymagających przeprowadzenia próbki do roztworu, ma dodatkowe silne uzasadnienie – brak konieczności stosowania toksycznego kwasu fluorowodorowego. Kwas ten jest stosowany powszechnie do usunięcia matrycy krzemowej, co wiąże się z reguły z jego odparowywaniem i emisją par podczas przygotowania próbek, a także powstawaniem problematycznych ścieków. Dodatkowo wyposażenie laboratoryjne używane przy pracy z HF nie może być wykonane ze szkła. Stąd przydatność analizy XRF jako metody bezpośredniej, bez konieczności roztwarzania próbki. Niemniej jednak wymaga ona jednak kalibracji i ma ograniczenia związane z poziomami oznaczalności poszczególnych pierwiastków. Innym zagadnieniem jest odpowiednie przygotowanie próbek do analiz XRF. W przypadku materiałów metalicznych, wykorzystuje się dużą kruchość krystalicznego krzemu – próbki są mielone i prasowane w plastykę, natomiast w przypadku krzemionki stosowana jest technika stapiania w tzw. perłę boranową.

Mielenie i sprasowanie próbki wydaje się być najłatwiejszym sposobem ujednorodnienia materiału i nadania mu odpowiedniej do pomiaru formy. Niestety, w tego typu preparatyce próbek krzemowych do analizy XRF także występują pewne trudności. Pierwszym warunkiem analizy próbek zmielonych (proszkowych) jest posiadanie materiałów kalibracyjnych o odpowiednich składach. Najczęściej jest to seria od kilku do kilkunastu różnych materiałów różniących się składem pierwiastkowym tak, że dla poszczególnych pierwiastków można utworzyć krzywe zależności zawartości od rejestrowanej intensywności promieniowania

fluorescencyjnego. W takim przypadku laboratoria najczęściej korzystają z próbek technologicznych o składzie oznaczonym innymi metodami. Wykorzystanie takich materiałów „Home-In” jest dość powszechne, ale przy braku CRM-ów do skontrolowania krzywej kalibracyjnej, wykazanie spójności pomiarowej jest bardzo utrudnione i wymaga postępowania zgodnie z drugim z opisanych w poprzedniej sekcji sposobów. Sytuacja ta utrudnia także firmom produkującym krzem wszelkie postępowania reklamacyjne. Stąd tak ważna jest kwestia wytwarzania certyfikowanych materiałów odniesienia, o której wspomniano wcześniej. Dodatkowym utrudnieniem jest fakt, że praktycznie żaden z materiałów krzemowych nie ma zdolności do sprasowania w formę pastylki bez użycia lepiszcza. Najczęściej lepiszczem takim są wosk, parafina lub celuloza dodawana w proporcji masowej 1:4. Sama metoda XRF także ma pewne ograniczenia w przypadku prasowanych pastylek. Ponieważ matryca jest silnie skoncentrowana – jest nią krzem, krzemionka lub układ krzem-magnez-żelazo, w analizie XRF generowane są istotne efekty matrycowe absorpcji-wzmocnienia, a krzywe kalibracyjne mają względnie małe zakresy, ograniczone zawartością poszczególnych pierwiastków w materiałach kalibracyjnych¹⁸.



Rycina 2. Próbkki materiałów krzemowych przygotowane w postaci pastylek.

Źródło: z zasobów własnych Centrum Chemii Analitycznej Łukasiewicz – IMN

Ze względu właśnie na te ograniczenia oraz brak matrycowych materiałów kalibracyjnych, pewną popularność w analizie materiałów

¹⁸ R.E. Van Grieken, A.A. Markowicz, *Handbook of X-Ray Spectrometry Methods and Techniques*, United States 1992.

krzemowych zyskała metoda przygotowania próbek poprzez stapianie w perłę (tzw. *glass beads*).

Stapianie jest techniką przygotowania próbek nieorganicznych do analiz takimi technikami, jak: spektrometria fluorescencji rentgenowskiej, optyczna spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES, ang. Inductively coupled plasma optical emission spectrometry), absorpcja atomowa (AAS/ASA, ang. Atomic Absorption Spectrometry) lub chemia klasyczna. Typowymi próbkami przygotowywanymi w ten sposób są: cementy, gleby, osady, skały, ceramika, barwniki, szkła, a nawet metale. W wyniku stapiania otrzymuje się próbki w różnej postaci: małe, homogeniczne dyski dla XRF (perły) lub, po rozтворzeniu stopionego materiału, kwaśne roztwory dla innych metod analitycznych. Przygotowanie próbki metodą stapiania ma szereg zalet w porównaniu do innych metod preparatyki próbek do analizy XRF, takie jak: brak efektów ziarnistości lub orientacji geometrycznej oraz doskonała jednorodność otrzymywanych próbek.

Proces stapiania można podzielić na sześć następujących etapów¹⁹:

- Wstępne utlenianie (jeśli etap ten jest potrzebny), najczęściej odbywa się w temperaturze ok 400–800°C;
- Topienie topnika – typowa temperatura dla tego procesu to 1000–1050°C;
- Rozpuszczanie próbki w topniku;
- Odlewanie do formy – zazwyczaj odbywa się w tej samej temperaturze co etap trzeci;
- Naturalne chłodzenie – etap następujący bezpośrednio po odlaniu stopionego materiału do formy;
- Wymuszone chłodzenie – chłodzenie perły do temperatury pokojowej.
- Zalety metody stapiania do perły boranowej¹⁹:
 - Eliminacja różnic w składzie mineralogicznym i efektów uziarnienia;
 - Redukcja efektów matrycowych poprzez rozcieńczenie próbki w topniku;
 - Duża jednorodność pereł, przez co uzyskiwana powtarzalność oraz precyzja są znacznie lepsze;

¹⁹ F. Claisse, J.S. Blanchette, *Physics and chemistry of borate Fusion*, Pretoria 2018.

- Preparatyka próbek do pereł boranowych jest prostsza, a zużycie kwasów minimalne w porównaniu z metodami klasycznymi;
- Perełki boranowe charakteryzują się bardzo dobrą powtarzalnością, przez co nie ma potrzeby wykonywania ich w wielu powtórzeniach.

Topniki stosowane do stapiania mogą być w postaci granulatów lub mieć postać drobnych proszków. Najczęściej stosowanymi topnikami są: tetraboranu litu (LiT), metaboran litu (LiM), tetraboran sodu lub ich mieszanki.

W zależności od składu chemicznego, perełki mogą przywierać zarówno do tygla, jak i do form, dlatego aby tego uniknąć korzystne jest zastosowanie środka niezwilżającego lub antyadhezyjnego. Do tego celu stosowane są dwa pierwiastki: brom oraz jod, najczęściej w postaci soli, jak np.: NaBr, LiBr, KI, CsI i NH_4I . Są one dodawane przed lub w trakcie stapiania na wierzch przygotowanej mieszaniny²⁰. Dodatkowo zastosowanie tego typu środków pomaga usunąć z próbki pęcherzyki powietrza²¹.

Jeżeli próbki zawierają w swym składzie takie składniki, jak metale, węgiel czy siarkę, konieczne jest zastosowanie utleniacza, ponieważ mogą one wchodzić w reakcję z platyną z tygla i powodować jego nieodwracalne uszkodzenia. Najczęściej stosowanymi utleniaczami są azotany, takie jak: LiNO_3 , NaNO_3 , KNO_3 oraz $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$.²¹

Zastosowanie techniki stapiania w perełkę boranową jest także przedmiotem badań prowadzonych w Łukasiewicz – IMN²². Dla mikrokrzemionki, która dotychczas była analizowana techniką XRF po sprasowaniu do pastylki oraz techniką ICP-OES po przeprowadzeniu do roztworu, opracowano nową procedurę wykorzystującą stapianie próbki w perełkę. Jej zastosowanie umożliwi szybsze niż dotychczas przygotowanie próbek do analiz oraz wytworzenie krzywych kalibracyjnych w oparciu o syntetyczne mieszaniny.

Procedura jest dość nietypowa, gdyż proste stopienie zakończyłoby się uszkodzeniem tygla. W związku z powyższym topnik (LiT 50%, LiM 50%, LiBr 0,5%) odważano bezpośrednio do tygla platynowego i formowano

²⁰ J.P. Willis, *XRF sample preparation. Glass beads by borate Fusion*, Almelo 2010.

²¹ M. Watanabe, *Sample Preparation for X-ray fluorescence analysis. Fusion bead method – part 1 basic principals*; „Rigaku Journal” 2015, t. 31, nr. 2, s. 12–17.

²² Doktorat wdrożeniowy, Wspólna Szkoła Doktorska Politechniki Śląskiej, Badania nad opracowaniem nowych certyfikowanych materiałów odniesienia dla wybranych produktów przemysłu krzemowego, J. Kostrzewa – w trakcie.

wgłębienie. Do osobnego naczynia odważano pozostałą część topnika oraz próbkę i dokładnie całość mieszano. Mieszaninę próbki z topnikiem ostrożnie przenoszono do tygla, wsypując ją delikatnie na uformowany wcześniej topnik, tak aby próbka nie dotykała ścianek tygla (Rycina 3). Na próbkę nanoszono 10% roztwór NaOH, tygiel umieszczano na płycie grzewczej (150°C) aż do wysuszenia. Dopiero tak przygotowaną mieszaninę umieszczano w stapiarce.



Rycina 3. Próbkę mikrokrzemionki przygotowana do stapiania.

Źródło: z zasobów własnych Centrum Chemii Analitycznej Łukasiewicz – IMN

Z kolei próbki żelazokrzemu magnezowego przygotowano do pomiaru techniką XRF dwoma różnymi procedurami. W pierwszej z nich topnik odważano bezpośrednio do tygla platynowego. Tygiel umieszczano w piecu muflowym nagrzanym do temperatury 1050°C, aż do momentu całkowitego stopienia się całego topnika. Następnie topnik w postaci ciekłej rozlewał po ściankach naczynia, tak aby utworzyć ścianki ochronne (Rycina 4). Bezpośrednio do tygla pokrytego warstwą ochronną wykonaną z LiT odważono LiOH, mieszaninę utleniającą oraz próbkę – całość delikatnie mieszano. Tygiel umieszczano na płycie grzewczej (150°C) na próbkę nanoszono 2 ml wody oraz 0,5 ml 10% roztworu LiBr, a po spowolnieniu reakcji temperaturę na płycie zwiększano do 200°C i odparowywano do wysuszenia mieszaniny. Tak przygotowaną próbkę umieszczano w stapiarce.

W drugiej topnik wraz z tlenkiem boru odważano bezpośrednio do tygla platynowego i formowano wgłębienie (Rycina 5). Do osobnego



**Rycina 4. Ścianki ochronne
wykonane ze stopionego LiT.**

Źródło: z zasobów własnych Centrum Chemii
Analitycznej Łukasiewicz – IMN

naczynia odważano LiNO_3 , LiOH , B_2O_3 oraz próbkę – wszystko dokładnie mieszano, a następnie ostrożnie przenoszono do tygla. W kolejnym naczyniu odważano pozostałą część topnika i wsypywano go ostrożnie na mieszaninę, tak aby pokryć całkowicie mieszaninę z próbką (Rycina 6). Tak przygotowaną próbkę umieszczano w stapiarce.



**Rycina 5. Topnik wraz z tlenkiem boru
umieszczone w tyglu platynowym**

Źródło: z zasobów własnych Centrum Chemii Analitycz-
nej Łukasiewicz – IMN



**Rycina 6. Próbkę FSM
przygotowana do stapienia**

Źródło: z zasobów własnych Centrum Chemii
Analitycznej Łukasiewicz – IMN

Opisane procedury stapienia są niestandardowe, ale ich wdrożenie do praktyki laboratoryjnej nie jest trudne. Ich zaletą jest możliwość stosowania w kalibracji syntetycznych materiałów, szerokie zakresy analityczne oraz ograniczenie efektów matrycowych do pomijalnego minimum.

Podsumowanie

Materiały krzemowe mają bardzo duży potencjał, a ich produkcja i zastosowanie będzie w kolejnych latach wzrastać. Duża część krzemu jest wykorzystywana w zaawansowanych rozwiązaniach technologicznych – elektronice i fotowoltaice. W związku z powyższym należy spodziewać się wzrostu zapotrzebowania na szybką i dokładną metodologię analiz tego typu materiałów. Dużym problemem laboratoriów jest brak komercyjnie dostępnych certyfikowanych materiałów odniesienia, które stanowiłyby wspólny standard dla laboratoriów na całym świecie. Z punktu widzenia systemów jakości krytyczne wydaje się być zapewnienie takich materiałów, wytworzonych zgodnie z wymogami normy ISO 17034. Odpowiedzią na takie zapotrzebowanie mogą być projekty badawcze, w których opracowywane są odpowiednie CRM-y, takie jak wspomniany projekt SilRef.

Podstawą takich działań R&D jest bezpośrednia współpraca z partnerami przemysłowymi, którzy mogą dokładnie określić swoje potrzeby, tak jak norweska firma Elkem. Typowym trendem w dzisiejszych laboratoriach jest coraz szersze wykorzystywanie metod wielopierwiastkowych, w których przygotowanie próbek jest proste i zautomatyzowane. Stąd, także w przemyśle krzemowym, coraz częściej spotykane są np. spektrometry XRF. W połączeniu z prostą metodyką preparatyki próbek pozwalają na szybkie uzyskanie wyników analiz, co ma duże znaczenie dla prowadzenia procesu produkcyjnego. Omówione dwa sposoby preparatyki próbek – zmielenie materiału i jego pastylkowanie oraz stapianie w formę perły boranowej – stanowią właśnie przykład prostej i w dużej mierze zautomatyzowanej preparatyki próbek. Ta automatyzacja stapiarek, młynków i pras, coraz częściej sterowanych cyfrowo (czasem nawet zdalnie), jest typowym przejawem wprowadzania zasad Przemysłu 4.0 w laboratoriach przemysłowych. Pozwala ona zminimalizować wpływ ludzki, a tym samym występowanie kosztownych błędów grubych. W przyszłości możemy spodziewać się wprowadzania na rynek nowych, dopasowanych do obecnych standardów CRM-ów krzemowych oraz coraz częstszego wykorzystania w analizach techniki XRF z różnymi opcjami przygotowania próbek do analiz.

Finansowanie

The paper includes results received in the project “Development of reference materials for silicon industry – improvement of quality assurance” funded from the Norway Grants 2014–2021 via the National Centre for Research and Development as well as a part of the PhD studies of Justyna Kostrzewa at the Silesian University of Technology under supervision of prof. Agata Jakóbiak-Kolon.

Bibliografia

Akty prawne

Norma PN-EN ISO 17034:2017-03 „Ogólne wymagania dotyczące kompetencji producentów materiałów odniesienia”

Norma PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02 „Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących”

Artykuły naukowe

Balski M., Kipphardt H., Berger A., Meyerc S., Panne U., *Determination of impurities in solar grade silicon by inductively coupled plasma sector field mass spectrometry (ICP-SFMS) subsequent to matrix evaporation*, „Analytical Methods” 2014, nr 6, s. 77–85.

Blanchette J., *A quick and reliable fusion method for silicone and ferro silicon*, „Advances in X-ray Analysis” 2002, t. 45, s. 415–420.

Di Sabatino M., *Detection limits for glow discharge mass spectrometry (GDMS) analyses of impurities in solar cell silicon*, „Measurement” 2014, t. 50, s. 135–140.

Di Sabatino M., Dons A.L., Hinrichs J., Arnberg L., *Determination of relative sensitivity factors for trace element analysis of solar cell silicon by fast-flow glow discharge mass spectrometry*, „Spectrochimica Acta Part B” 2011, t. 66, s. 144–148.

Hampel J., Boldt F.M., Gerstenberg H., Hampel G., Kratz J.V., Reber S., Wiehl N., *Fast determination of impurities in metallurgical grade silicon for photovoltaics by instrumental neutron activation analysis*, „Applied radiation and isotopes” 2011, t. 69, s. 1365–1368.

Hofstetter J., Lelièvre J.F., del Canizo C., Luque A., *Acceptable contamination levels in solar grade silicon: From feedstock to solar cell*, „Materials Science and Engineering B” 2009, t. 159–160, s. 299–304.

Watanabe M., *Sample Preparation for X-ray fluorescence analysis. Fusion bead method – part 1 basic principals*, „Rigaku Journal” 2015, t. 31, nr. 2, s. 12–17.

Pozycje zwarte

Bernd F., *Microsilica – Characterization of an Unique Additive*, Sao Paulo 2006.

Claisse F., Blanchette J.S., *Physics and chemistry of borate Fusion*, Pretoria 2018.

Van Grieken R.E., Markowicz A.A., *Handbook of X-Ray Spectrometry Methods and Techniques*, United States 1992.

Willis J.P., *XRF sample preparation. Glass beads by borate Fusion*, Almelo 2010.

Źródła internetowe

- Oficjalna strona BEROE Advantage Procurement, <https://www.beroeinc.com/commodity/silicon-market>, [dostęp: 06.06.2022].
- Oficjalna strona European WEEE Directive, <http://www.solarwaste.eu>, [dostęp: 06.06.2022].
- Oficjalna strona Maker watch, <https://www.marketwatch.com/press-release/global-silicon-metal-market-2019-market-size-share-trends-growth-cagr-status-and-key-players-forecast-to-2025-2019-10-02>, [dostęp: 06.06.2022].
- Oficjalna strona Mordor Intelligence, <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/silicon-metal-market>, [dostęp: 06.06.2022].
- Oficjalna strona projektu Silref, <http://www.silref.eu>, [dostęp: 06.06.2022].
- Oficjalna strona Solar Trade Platform and Directory of Solar Companies, <https://www.ensolar.com/directory/service/manufacturers-recycling>, [dostęp: 06.06.2022].

Biogramy autorów

Tadeusz Gorewoda – doktor nauk chemicznych oraz magister inżynier w zakresie technologii chemicznej (Wydział Chemiczny, Politechnika Śląska). Od 2010 roku zatrudniony w Instytucie Metali Nieżelaznych (obecnie Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych). Od lipca 2017 roku pełnił funkcję kierownika Zakładu Chemii Analitycznej, a od sierpnia 2021 roku dyrektora Centrum Chemii Analitycznej. Zakres jego zainteresowań badawczych obejmuje metody analityczne, w szczególności fluorescencyjną spektrometrię rentgenowską, tematykę wytwarzania nowych certyfikowanych materiałów odniesienia oraz rozwiązania analityczne stosowane w przemyśle. Autor i współautor ponad 80 prac badawczych, w tym laureat konkursu LIDER IV (NCBiR), kierownik zadań w projektach międzynarodowych finansowanych w ramach programu Horyzont 2020 i Funduszy Norweskich. Autor oraz współautor 38 publikacji naukowych o zasięgu krajowym i międzynarodowym oraz ponad 70 prezentacji konferencyjnych. Członek grup eksperckich, m.in. Zespołu Zrównoważonego Rozwoju Izby Gospodarczej Metali Nieżelaznych i Recyklingu, grupy doradczej przy MNiE ds. partnerstw EIT Raw Materials i Process4Planet, Komitetu Technicznego KT29 Polskiego Komitetu Normalizacyjnego oraz Rady Naukowej Państwowego Instytutu

Geologicznego Państwowego Instytutu Badawczego. Recenzent artykułów naukowych w czasopismach indeksowanych, takich jak „X-Ray Spectrometry”, „Spectrochimica Acta Part B”, „Analytical Methods”, „Materials” oraz „Sustainability”. Członek Polskiego Towarzystwa Chemicznego oraz Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Metali Nieżelaznych. Ekspert Naczelnej Organizacji Technicznej w dziedzinie chemia.

Justyna Kostrzewa – w 2011 roku ukończyła studia na kierunku chemia ze specjalizacją chemia analityczna na Uniwersytecie Śląskim w Katowicach, a następnie studia podyplomowe na kierunku metrologia na Uniwersytecie Warszawskim. Od 2020 roku realizuje doktorat wdrożeniowy na Politechnice Śląskiej. Na co dzień pracuje w Centrum Chemii Analitycznej Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych. Obszar działań badawczych to analityka chemiczna, optyczna spektrometria emisyjna, certyfikowane materiały odniesienia i metrologia chemiczna. Jest autorką i współautorką dziewięciu publikacji z zakresu chemii analitycznej opublikowanych w czasopismach krajowych i zagranicznych, a także materiałach o charakterze monografii. Jej dorobek obejmuje również udział w ponad 20 pracach naukowo-badawczych, w tym projektach finansowanych z państwowych i międzynarodowych programów badawczych, jak również pracach badawczych statutowych Instytutu oraz w pracach badawczych zleconych bezpośrednio z przemysłu. Jest współautorką dziewięciu patentów z zakresu wytwarzania certyfikowanych materiałów odniesienia, autorką i współautorką ponad 15 prezentacji konferencyjnych w formie wykładów lub posterów na konferencjach krajowych i międzynarodowych oraz specjalistą – trenerem szkoleniowym w zakresie spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES) oraz spark-OES. Od 2011 roku należy do Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Metali Nieżelaznych.

Grzegorz Łomotowski

Uczelnia Jana Wyżykowskiego

ORCID: 0000-0002-0631-2852

Pozycjonowanie siłowników hydraulicznych z wykorzystaniem rozdzielacza proporcjonalnego i programowalnego sterownika przemysłowego

Streszczenie: W artykule zaprezentowano układ pozycjonowania siłownika hydraulicznego zbudowany na uniwersalnym stanowisku dydaktyczno-badawczym znajdującym się na Uczelni Jana Wyżykowskiego. W urządzeniu użyto przemysłowy programowalny sterownik sieciowy wyposażony w moduły wejść i wyjść analogowych, magnetostrykcyjny czujnik położenia oraz rozdzielacz proporcjonalny. Tego typu rozwiązanie zapewnia co prawda gorszą jakość pozycjonowania niż układ z serwozaworem, ale jest tańsze i nie wymaga zbyt dokładnej filtracji oleju hydraulicznego. Dla sterownika napisano dwa programy użytkowe: zapewniający sterowanie z kompensacją błędu położenia oraz zapewniający automatyczną regulację. W artykule wyjaśniono działanie wyżej wymienionych programów oraz przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych służących doborowi odpowiednich parametrów programów. Następnie porównano ze sobą oba programy pod względem jakości pozycjonowania.

Słowa kluczowe: pozycjonowanie siłowników hydraulicznych, regulator PI, sterowniki programowalne

POSITIONING OF HYDRAULIC CYLINDERS USING A PROPORTIONAL DIRECTIONAL VALVE AND AN INDUSTRIAL PROGRAMMABLE CONTROLLER

Abstract: The article presents a hydraulic cylinder positioning system assembled on a universal didactic and research station at the Jan Wyżykowski University.

The device uses an industrial programmable controller equipped with analog input and output modules, a magnetostrictive position sensor and a proportional directional valve. This type of solution provides a lower quality of positioning than the servo-valve system, but it is cheaper and does not require very fine filtration of the hydraulic oil. Two programs have been written for the controller: containing control with position compensation and containing automatic regulation. The article explains the operation of the above-mentioned programs and presents the results of laboratory tests used to select appropriate program parameters. Then the two programs were compared with each other in terms of the quality of positioning.

Keywords: hydraulic cylinder position regulation, PI regulator, programmable controllers

Wstęp

Hydrauliczne układy napędowe są niezastąpione w sytuacjach, gdy proces technologiczny wymaga generowania bardzo dużych sił podczas ruchu liniowego. W układach automatyki przemysłowej często zachodzi potrzeba ustalania pozycji siłownika hydraulicznego. W niektórych układach pozycja powinna być ustalana bardzo szybko i z bardzo dużą dokładnością. W takiej sytuacji wykorzystujemy tak zwane serwo cylindry hydrauliczne zbudowane z zasilacza hydraulicznego oraz zwarto ze sobą połączonych: akumulatora, szybkiego serwozaworu i siłownika z łożyskami hydrostatycznymi wyposażonego w dokładne bezdotykowe czujniki położenia (Kempf, 2007). Należy jednak podkreślić, że tego typu układ jest bardzo drogi zarówno w zakupie, jak i w eksploatacji, gdyż wymaga wysokiej dokładności filtracji oleju. Są procesy technologiczne, w których wymagane jest ustawienie siłownika w zadanej pozycji, ale nie zależy nam na bardzo dużej szybkości i bardzo dużej dokładności pozycjonowania. W takim przypadku można wykorzystać tanie i powszechnie dostępne komponenty, takie jak zwykły siłownik hydrauliczny dwustronnego działania, 12-bitowy cyfrowy przetwornik położenia, rozdzielacz proporcjonalny jednostopniowy z przekryciem dodatnim oraz sterownik PLC wyposażony w wejścia i wyjścia analogowe. Celem niniejszego artykułu jest pokazanie, że przy wykorzystaniu tego typu elementów można zrealizować w miarę szybki i dokładny

układ pozycjonowania siłownika. W artykule zostaną zaprezentowane dwa układy – układ sterowania z kompensacją błędu położenia oraz układ automatycznej regulacji położenia.

Problem dojazdu siłownika hydraulicznego do danej pozycji z wykorzystaniem rozdzielacza proporcjonalnego był analizowany w literaturze (Lang, 1989). Pierwszy przedstawiony sposób polegał na użyciu dwóch łączników krańcowych. Siłownik przemieszczał się z zadaną prędkością do łącznika krańcowego umieszczonego w pewnej bliższej odległości od zadanego położenia. Po minięciu tego łącznika siłownik wyhamowywał do prędkości minimalnej. Drugi łącznik krańcowy umieszczony w zadanej pozycji powodował całkowite zatrzymanie się siłownika. Drugi sposób polegał na zastosowaniu jednego wyłącznika krańcowego umieszczonego w pewnej bliższej odległości od zadanego położenia. Siłownik po minięciu tego czujnika rozpoczynał hamowanie aż do całkowitego wytracenia prędkości, poprzez wykorzystanie łagodnego opadania sygnału sterowania (tak zwany czas rampy). Intensywność hamowania zmieniała się w zależności od zadanej prędkości, dzięki czemu siłownik mógł zatrzymać się w zadanym położeniu. W tej metodzie potrzebny był specjalny sterownik do rozdzielacza proporcjonalnego przyjmujący sygnały binarne i generujący odpowiednie elektryczne sygnały sterujące na rozdzielacz proporcjonalny z odpowiednimi czasami narostu i opadania (nastawa czasów i poziomu sygnałów). Wadą powyżej przedstawionych metod była konieczność ręcznego ustawiania łączników krańcowych w zależności od ustawionego położenia. Ponadto w obu przypadkach hamowanie wydłużało czas dojazdu. Trzecim, najlepszym, rozwiązaniem był układ wykorzystujący czujnik analogowy przemieszczenia. Hamowanie było realizowane zawsze ze stałym opóźnieniem, jednak im prędkość była większa, tym rozpoczynane było wcześniej. Ta metoda została wykorzystana w badaniach opisanych w niniejszym artykule, z tym że hamowanie wynikało jedynie z bezwładności rozdzielacza proporcjonalnego skutkującej stopniowym zamykaniem szczeliny podczas zaniku sygnału sterującego. Ten sposób sterowania nie wymaga ręcznego ustalania łączników krańcowych – ich pozycja jest ustalana programowo w sterowniku PLC. Należy jednak zwrócić uwagę, że przy jakiegokolwiek zmianie warunków pracy, na przykład temperatury oleju lub obciążenia siłownika, parametry programu będzie

trzeba korygować. Lepszym rozwiązaniem byłby układ automatycznej regulacji położenia, który zapewniałby bezbłędny dojazd do zadanej pozycji przy zmiennych warunkach pracy bez potrzeby zmiany parametrów programu. Taki układ również został poddany badaniu w niniejszym artykule.

Na temat układów automatycznej regulacji położenia siłownika hydraulicznego można znaleźć szereg ciekawych publikacji. Woś i Dindorf (2008) twierdzą, że tego typu układy mogą być odwzorowywane tylko za pomocą modeli nieliniowych i niestacjonarnych, co jest spowodowane między innymi skomplikowanymi charakterystykami przepływowymi zaworów, siłami tarcia, ściśliwością cieczy oraz częstą zmianą obciążenia siłownika. Stosowanie reguł klasycznej teorii automatyki opierającej się na układach liniowych powoduje, że zastosowane regulatory nie zawsze spełniają przyjęte kryteria jakości. Z wyżej wymienionych względów Woś i Dindorf (2008) proponują zastosowanie regulatora wykorzystującego metody adaptacyjne, polegające na automatycznym przestrajaniu jego parametrów w zależności od zmian warunków pracy. W publikacji Woś i Dindorf (2008) przedstawiono wyniki badań adaptacyjnego układu automatycznej regulacji wykorzystującego siłownik, w którym zadawano zmienne obciążenie. Symulacje oporu technologicznego przeprowadzono sprzęgając mechanicznie badany siłownik z drugim siłownikiem, w którego komorze zadawano odpowiednie ciśnienie.

W artykule Woś i Dindorf (2012) przedstawione zostały wyniki badań uniwersalnego regulatora zbudowanego z dwóch równolegle umieszczonych regulatorów – regulatora PD pozycji siłownika hydraulicznego oraz regulatora PI siły rozwijanej przez ten siłownik. Regulator taki może być przełączany w zależności od fazy procesu technologicznego. Jeżeli ruch jest z niewielkim oporem, działa regulator położenia (na przykład szybko ustalając zadaną pozycję). Jeżeli zachodzi potrzeba dokładnego regulowania siły docisku, niezbędnej przy procesie technologicznym, działa regulator siły. Podobnie jak w artykule Woś i Dindorf (2008), oba regulatory wykorzystują technikę regulacji adaptacyjnej.

Rybarczyk i in. (2014) przedstawili wyniki badań układu automatycznej regulacji położenia siłownika hydraulicznego wykorzystującego regulator PI. W układzie nie wykorzystano typowych elementów, takich jak serwozawór czy też klasyczny zawór proporcjonalny sterowany

elektromagnesem. Użyto natomiast rozdzielacza proporcjonalnego, w którym przetwornikiem elektromechanicznym był silnik synchroniczny typu PMSM. Tego typu rozwiązanie sprawia, że zawór pracuje dużo szybciej i dużo dokładniej niż w przypadku elektromagnesu proporcjonalnego, a nie wymaga wyższej filtracji oleju.

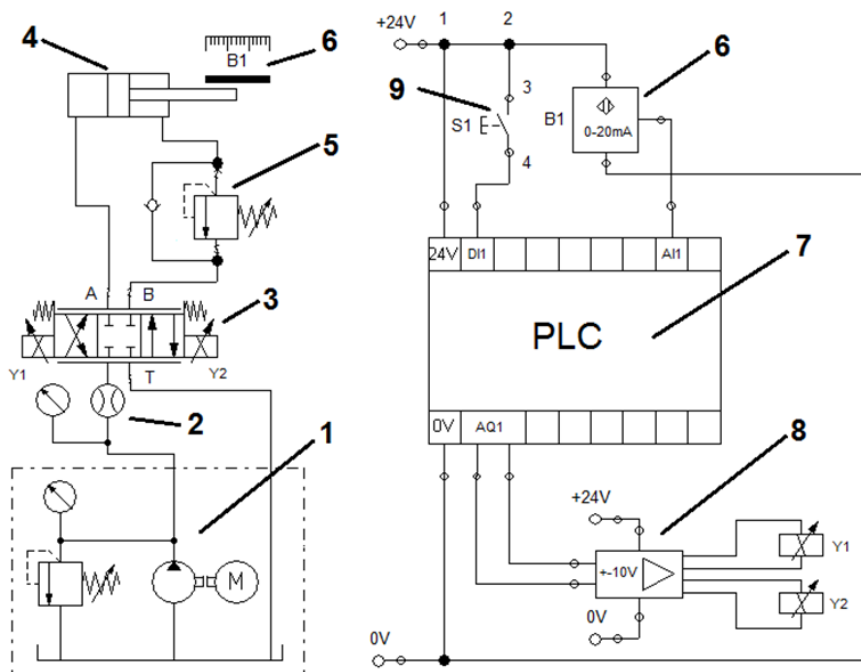
Klarecki (2014) przedstawił bardzo ciekawe wyniki badań układu automatycznej regulacji położenia siłownika. Autor pokazuje, że przy parametrach regulatora wyznaczonych analitycznie jakość regulacji jest znacznie lepsza, niż w przypadku parametrów dobranych doświadczalnie metodą Zieglera Nicholasa. Stosując metodę doświadczalną Zieglera Nicholasa nie udało się wyeliminować przeregulowania, a czas regulacji wynosił ponad 5 sekund, natomiast po zastosowaniu metody analitycznej przeregulowanie nie było obecne, a czas regulacji wynosił mniej niż 1 sekunda. Wnioski te potwierdzają wcześniejsze rozważania, że serwonapęd hydrauliczny jest bardzo złożonym układem i traktowanie go jako klasycznego układu automatyki może powodować znaczne błędy.

W części artykułu poświęconej układowi automatycznej regulacji położenia siłownika zostanie zaprezentowane doświadczalne podejście do doboru nastaw regulatorów.

Opis stanowiska badawczego

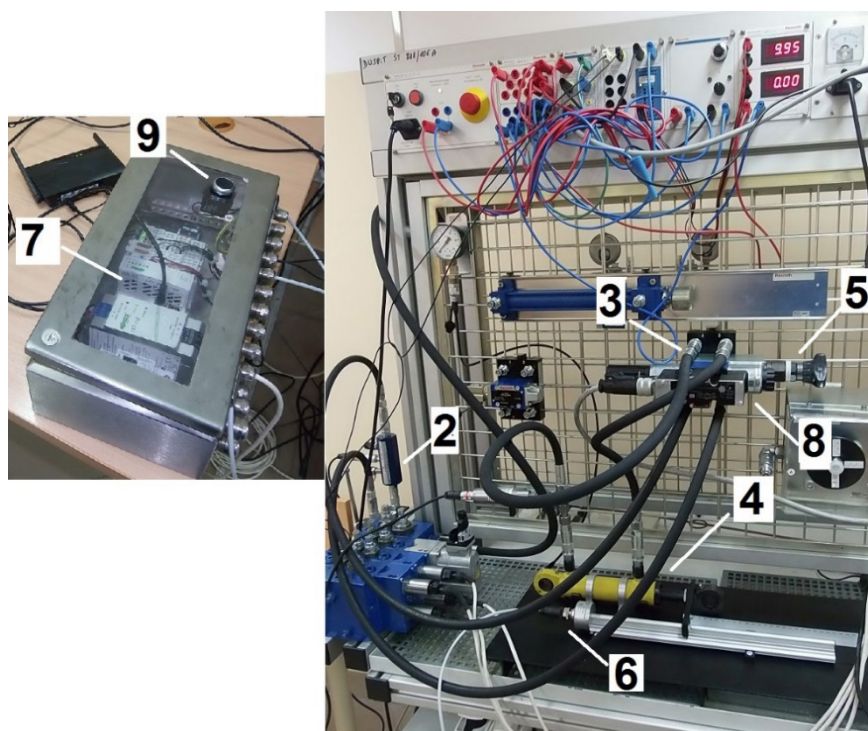
Badany układ pozycjonowania siłownika hydraulicznego znajduje się na Uczelni Jana Wyżykowskiego i został przedstawiony w postaci schematu na Rysunku 1 oraz zdjęcia na Rysunku 2. Składa się on z zasilacza hydraulicznego (1), czujnika natężenia przepływu oraz czujnik ciśnienia (2), rozdzielacza proporcjonalnego (3) ze zintegrowaną elektroniką (8) 4WREE 6 E08-22/G24K31/A1V, siłownika hydraulicznego o średnicy tłoka $D=32\text{mm}$, średnicy tłoczyśka $d=20\text{mm}$ oraz skoku $s=100\text{mm}$. (4), zaworu maksymalnego symulującego obciążenie siłownika (5), magnetostrykcyjnego czujnika przemieszczenia tłoczyśka siłownika LMP_48*350 ANALOG (6), sieciowego sterownika WAGO 750-881 wyposażonego w moduły wejść i wyjść analogowych i cyfrowych (7) oraz przycisku sterowniczego (9). Dokładniejszy opis badanego układu, w szczególności

analiza torów pomiarowych i wykonawczych, został przedstawiony w pracach Kukurenda (2019) i Lomotowski (2019). Programy sterujące pracą układu pozycjonowania siłownika hydraulicznego napisano w uniwersalnym środowisku CoDeSys stosowanym przez wielu producentów sterowników przemysłowych. Umożliwia ono programowanie zgodnie z normą IEC61131-3 i szeroki dostęp do bazy bibliotek, w których znajdują się gotowe funkcje, bloki funkcyjne i podprogramy. Szczegółowy opis obsługi tego oprogramowania użytkowego oraz sposobu pisania programów w różnych językach został zawarty w *Podręczniku użytkownika. Programowanie sterowników PLC w systemie CoDeSys 2.3* (2006) oraz w opracowaniu Kasprzyk (2006). Za pomocą oprogramowania CoDeSys można nie tylko programować sterowniki, ale również tworzyć przejrzystą wizualizację procesu, którą można wyświetlać na panelach HMI, komputerach PC oraz urządzeniach przenośnych. Opis tworzenia wizualizacji został zawarty w opracowaniu *Wizualizacja CoDeSys*.



Rysunek 1. Schemat badanego układu elektrohydraulicznego.

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 2. Badany układ elektrohydrauliczny.

Źródło: opracowanie własne.

Uzupełnienie podręcznika do programowania sterowników PLC w systemie Codesys 2.3.

Badania układu sterowania pozycją z kompensacją błędu położenia

Wszystkie badania układu pozycjonowania siłownika hydraulicznego prowadzono dla prędkości obrotowej pompy 1500 obr./min, co zapewniało stabilne natężenie przepływu równe 6 l/min. Ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa wynosiło 50 bar. Symulowane ciśnienie obciążenia przy wysuwie siłownika zadawane za pomocą zaworu maksymalnego było tak ustawione, że przy przepływie 6 l/min ciśnienie panujące od strony tłoczyska wynosiło 38 bar.

Badania rozpoczęto od napisania prostego programu sterującego, w którym pozycjonowanie polegało na zatrzymaniu siłownika w momencie osiągnięcia pozycji zadanej wprowadzanej z poziomu wizualizacji. Kod programu składał się z porównania pozycji zadanej i aktualnej, decyzji czy wykonać wsuw czy wysuw oraz przzerwania ruchu w momencie przekroczenia tej pozycji. Ruch rozpoczynany był w momencie wciśnięcia przycisku. W programie można było zadawać odpowiednią prędkość ruchu podając poziom napięcia wprowadzany z poziomu wizualizacji. Warto podkreślić, że podstawową cechą tego typu układów hydraulicznych jest to, że prędkość będzie jednoznacznie ustawiona za pomocą sygnału elektrycznego tylko wówczas, gdy nie będzie się zmieniać obciążenie siłownika oraz temperatura cieczy.

Dla tak napisanego programu użytkowego wykonano pomiary przebiegu przemieszczenia w czasie dla różnych sygnałów napięciowych podawanych na rozdzielacz proporcjonalny. Zadawaną pozycją było 80 mm przy wysuwie oraz 20 mm przy wsuwie. Dla każdego napięcia obliczono średnią prędkość ruchu odczytując czas, w którym tłocznisko siłownika przemieszczało się między 40 mm a 60 mm położenia. Po zakończeniu ruchu zanotowano położenie, w którym siłownik zatrzymał się, dzięki czemu można było odczytać błąd pozycjonowania. Wyniki pomiarów przedstawiono w Tabeli 1 oraz Tabeli 2.

Tabela 1. Wpływ podawanego napięcia na prędkość siłownika oraz błąd położenia po zakończeniu ruchu dla wysuwu.

U [V]	v [m/s]	x [mm]	Błąd pozycjonowania dx [mm]
2	0,028	81,2	1,2
2,5	0,052	82,3	2,3
3	0,077	83,5	3,5
3,5	0,097	84,7	4,7
4	0,115	86	6
4,5	0,121	87	7
5	0,12	87,7	7,7
6	0,122	88,7	8,7
7	0,119	89,9	9,9
8	0,118	91,4	11,4

Źródło: opracowanie własne.

Analizując dane pomiarowe zawarte w Tabeli 1. można zaobserwować, że dla sygnału sterującego powyżej 4,5 V prędkość siłownika jest stała i równa około 120 mm/s. Jest to spowodowane tym, że osiągnięty został pełny przepływ cieczy podawanej przez pompę.

Tabela 2. Wpływ podawanego napięcia na prędkość siłownika oraz błąd położenia po zakończeniu ruchu dla wsuwu.

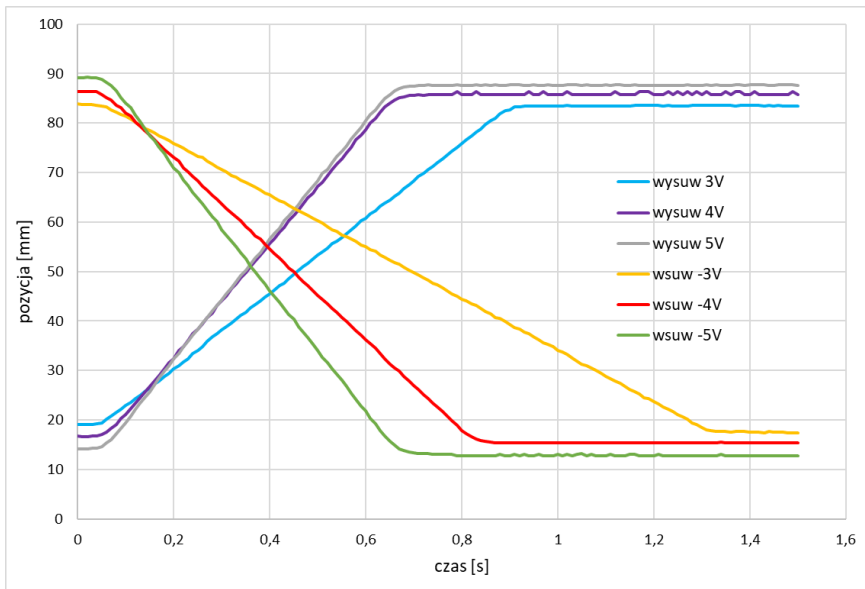
U [V]	v [m/s]	x [mm]	Błąd pozycjonowania dx [mm]
-2	0,014	19,3	0,7
-2,5	0,032	18,5	1,5
-3	0,053	17,5	2,5
-3,5	0,073	16,5	3,5
-4	0,092	15,4	4,6
-4,5	0,11	14,2	5,8
-5	0,122	12,9	7,1
-5,5	0,135	11,8	8,2
-6	0,144	10,5	9,5
-7	0,158	8,1	11,9
-8	0,169	5,7	14,3

Źródło: opracowanie własne.

W przypadku wsuwu dla tego samego sygnału sterującego osiągnane były większe prędkości niż dla wysuwu. Jest to spowodowane tym, że suwak w rozdzielaczu był symetryczny, w związku z czym podawał podobne natężenie przepływu dla wysuwu i wsuwu (przy wysuwie było one trochę mniejsze ze względu na symulowane obciążenie). W przypadku wsuwu napełniana jest mniejsza komora siłownika niż w przypadku wysuwu ze względu na obecność tłoczyska, dlatego można było zaobserwować tę różnicę prędkości.

Na Rysunku 3. przedstawiono przykładowe przebiegi czasowe przemieszczenia siłownika dla różnych sygnałów sterujących podczas wysuwu i wsuwu, uzyskane podczas rejestracji tej zmiennej przez sterownik PLC. Na ich podstawie można przedstawić dość oczywisty wniosek, że im większa prędkość, tym większy błąd pozycjonowania. Siłownik przejeżdża ponad ustaloną pozycję głównie ze względu na zbyt wolne działanie

rozdzielacza proporcjonalnego. Zawór nie zamyka się natychmiast tylko przez określony czas, w którym następuje stopniowe przemykanie szczeliny skutkujące dalszym ruchem siłownika. Ponadto obecne są opóźnienia podczas przekazywania sygnałów sterujących w przetworniku pomiarowym, elektronicznym module sterujących rozdzielaczem proporcjonalnym oraz opóźnienia związane z przetwarzaniem programu przez sterownik PLC.

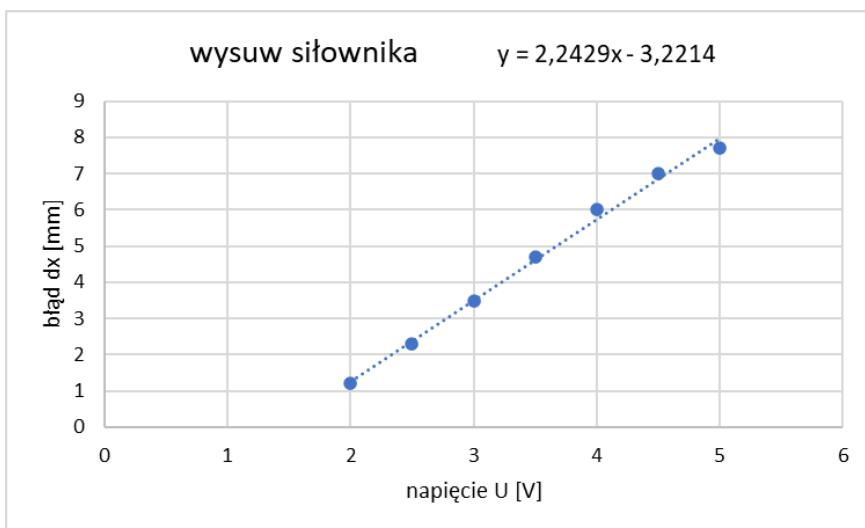


Rysunek 3. Przebieg czasowy przemieszczenia podczas pozycjonowania bez kompensacji błędów dla różnych prędkości.

Źródło: opracowanie własne.

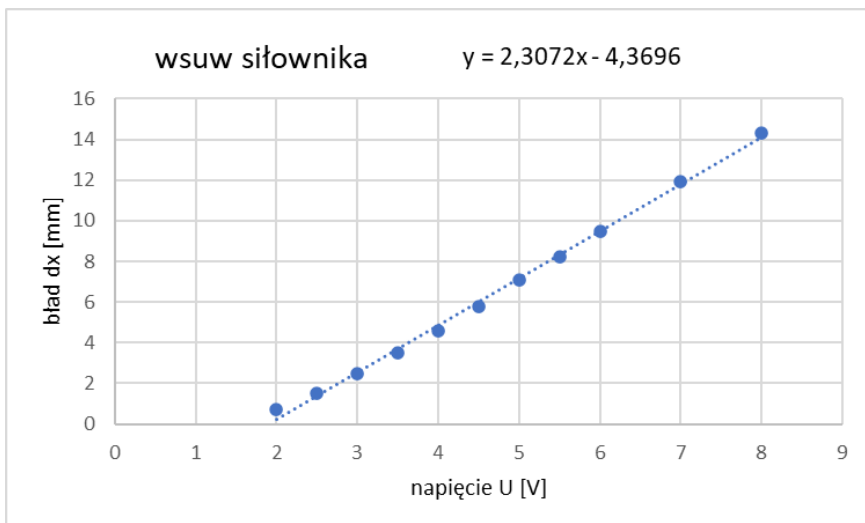
Znając zależność między prędkością a napięciem program zmodyfikowano tak, aby z poziomu wizualizacji wprowadzać prędkość. Sterownik zaprogramowano tak, aby przeliczał zadaną prędkość na odpowiednie napięcie. Z racji nieliniowego charakteru najlepsza do aproksymacji była funkcja wielomianowa.

Analizując zależność między błędem pozycjonowania a zadanym napięciem (co zostało przedstawione na Rysunku 4. i Rysunku 5.) można zaobserwować, że jest ona w przybliżeniu liniowa. Dla obu przypadków została dodana linia trendu wraz z odpowiednim równaniem.



Rysunek 4. Wyznaczenie równania, dzięki któremu sterownik będzie mógł wyliczać kompensację błędu położenia dla wysuwu siłownika.

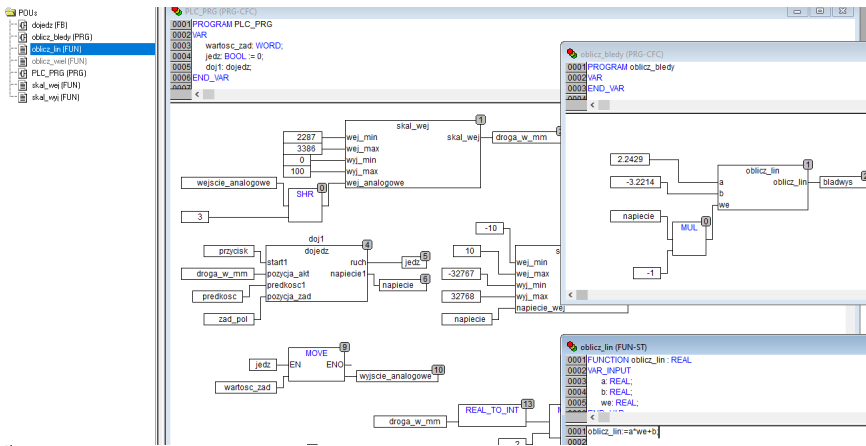
Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 5. Wyznaczenie równania, dzięki któremu sterownik będzie mógł wyliczać kompensację błędu położenia dla wsuwu siłownika.

Źródło: opracowanie własne.

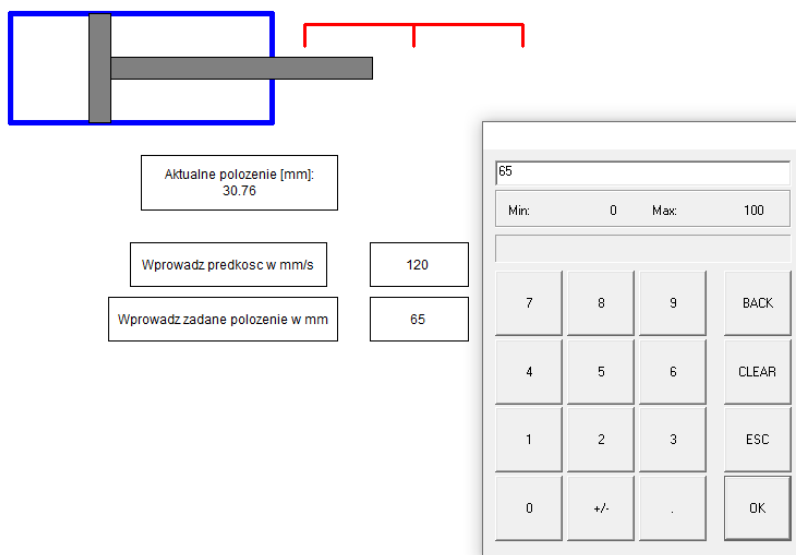
Po przeprowadzonych badaniach wykonano kolejną modyfikację programu sterującego. Napisano kod programu, w którym sterownik automatycznie wylicza błąd pozycjonowania dla danego napięcia sterującego na podstawie równań z Rysunku 4. i Rysunku 5. Ruch rozpoczyna się po wprowadzeniu prędkości i zadanego położenia oraz naciśnięciu przycisku na panelu operatora. Ruch zostaje zakończony w momencie osiągnięcia pozycji wcześniejszej od zadanej uwzględniającej obliczony błąd położenia (dzięki temu błąd jest kompensowany). Większość programu sterującego napisano w języku blokowym CFC, dzięki czemu jest on bardzo czytelny. Wyjątek stanowiły funkcje matematyczne, które były programowane w języku tekstowym ST (podobnym do języka Paskal). Na Rysunku 6. przedstawiono przykładowy fragment programu sterującego układem pozycjonowania z kompensacją błędów, natomiast na Rysunku 7. przedstawiono utworzoną wizualizację procesu dla tego układu.



Rysunek 6. Fragment programu sterującego układem pozycjonowania siłownika hydraulicznego z kompensacją błędów.

Źródło: opracowanie własne.

Wizualizacja procesu obejmowała animację przedstawiającą położenie siłownika (zmienna określająca położenie była odpowiednio przeliczana na przesunięcie obiektu po ekranie), wyświetlanie aktualnej pozycji oraz możliwość wprowadzania prędkości ruchu oraz zadanego położenia przez specjalny panel numeryczny.



Rysunek 7. Utworzona wizualizacji procesu do programu sterującego układem pozycjonowania siłownika hydraulicznego z kompensacją błędu.

Źródło: opracowanie własne.

Badania wykazały, że program sterujący obejmujący kompensację błędu dobrze spełniał swoje zadanie. W Tabeli 3. oraz Tabeli 4. przedstawiono zależność błędu położenia od wprowadzanej prędkości ruchu siłownika. Podobnie jak we wcześniejszych badaniach, pomiary

Tabela 3. Dokładność pozycjonowania dla wysuwu w zależności od prędkości ruchu siłownika w układzie pozycjonowania z kompensacją.

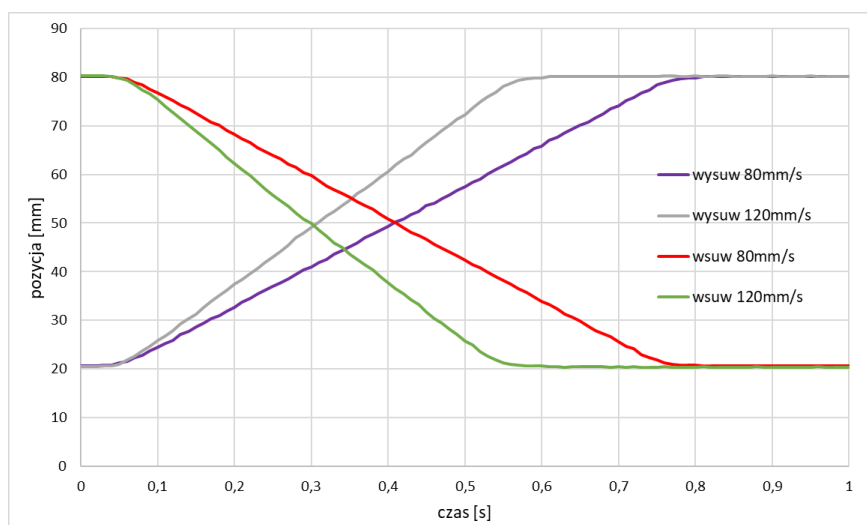
v [mm/s]	x [mm]	Błąd pozycjonowania dx [mm]	Uwagi
30	80,07	0,07	błąd zbliżony do rozdzielczości czujnika
40	79,89	0,11	błąd zbliżony do rozdzielczości czujnika
50	80,16	0,16	brak
60	79,89	0,11	błąd zbliżony do rozdzielczości czujnika
70	79,89	0,11	błąd zbliżony do rozdzielczości czujnika
80	80,16	0,16	brak
90	80,25	0,25	brak
100	80,35	0,35	brak
110	80,44	0,44	brak
120	80,35	0,35	brak

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4. Dokładność pozycjonowania dla wysuwu w zależności od prędkości ruchu siłownika w układzie pozycjonowania z kompensacją.

v [mm/s]	x [mm]	Błąd pozycjonowania dx [mm]
40	20,38	0,38
60	20,47	0,47
80	20,56	0,56
100	20,75	0,75
120	20,93	0,93
140	20,75	0,75
160	21,11	1,11

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 8. Przebieg czasowy przemieszczenia podczas pozycjonowania z kompensacją błędów dla różnych prędkości.

Źródło: opracowanie własne.

wykonywano również dla przemieszczeń do 80 mm przy wysuwie i do 20 mm przy wsuwie.

Analizując wyniki badań można zauważyć, że dla wysuwu błąd pozycjonowania był mniejszy niż 0,5 mm, a dla wsuwu, dla prędkości poniżej 160 mm/s, był mniejszy niż 1 mm. Błąd pozycjonowania zwiększa się przy dużych prędkościach siłownika. Jest to związane głównie z tym, że do wyznaczenia potrzebnego do skompensowania błędów użyto najprostszej

aproxymacji liniowej, podczas gdy w przypadku wsuwu dostrzegalne są niewielkie nieliniowości. Na Rysunku 8. przedstawiono przykładowe przebiegi czasowe przemieszczenia siłownika dla różnych prędkości ruchu podczas wysuwu i wsuwu dla układu z kompensacją.

Chociaż wyniki badań układu pozycjonowania siłownika z kompensacją błędu wykazały dokładne pozycjonowanie siłownika, należy pamiętać, że badania prowadzono przy stałym symulowanym obciążeniu i temperaturze cieczy. Należy spodziewać się, że zmiana tych czynników pogorszyłaby dokładność pozycjonowania, dlatego w kolejnej części omówiono układ automatycznej regulacji, odporny na zakłócenia dzięki sprzężeniu zwrotnemu.

Badania układu automatycznej regulacji położenia

W tej części badań sterownik został zaprogramowany z wykorzystaniem gotowego bloku funkcyjnego PID. Do programu została utworzona wizualizacja procesu, w której znajdowały się przyciski rozpoczynające i kończące pracę regulatora, okienka do wprowadzania parametrów regulatora K_p oraz T_i (ze względu na zbyt wolne działanie układu sterowania część różniczkująca regulatora PID nie była używana), okienko do wprowadzania zadanej pozycji oraz okienka i wykresy czasowe do monitorowania aktualnego położenia siłownika i sygnału sterującego. Z wcześniejszych badań układu (Tabela 1. oraz Tabela 2.) wynika, że prędkość maksymalna jest osiągnięta już dla sygnału 8 V oraz -8 V (wtedy pełny przepływ pompy płynie do siłownika). Dlatego też na wyjściowy sygnał sterujący nałożono limity 8 V i -8 V.

Założono, że układ automatycznej regulacji powinien mieć tak dobre parametry, aby spełniać następujące założenia:

- zadana pozycja powinna być osiągnięta bez przeregulowania;
- układ powinien maksymalnie wykorzystywać możliwości pompy i rozdzielacza proporcjonalnego; to znaczy przebieg czasowy przemieszczenia powinien być możliwie zbliżony do przebiegu czasowego przemieszczenia dla układu sterowania z kompensacją błędu dla zadanej prędkości 120 mm/s;

- po upływie 0,7 sekundy powinna zostać osiągnięta dokładność pozycjonowania 0,5 mm.

Ze względu na nietypowy obiekt, który ma właściwości silnie nieliniowe, odrzucono metody doboru nastaw regulatora znane z klasycznej teorii automatycznej regulacji. Nietypowe cechy obiektu to między innymi:

- nieliniowa charakterystyka zależności między sygnałem sterującym a prędkością siłownika, wynikająca z charakterystyki przepływowej zaworu;
- dodatnie przekrycie rozdzielacza – dla sygnału od około -1,5 V do około 1,5 V siłownik nie przesuwa się, ze względu na to, że chociaż suwak zaworu przemieścił się, to nie otworzył jeszcze drogi przepływu;
- brak symetrii zależności między sygnałem sterującym a prędkością dla wysuwu i wsuwu powodowana różnicą objętości komór siłownika, do których włączany jest olej oraz jednostronnym zasymulowanym obciążeniem siłownika

Warto zauważyć, że powyższe wady układu mogą być eliminowane na różne sposoby. Można na przykład zastosować rozdzielacz proporcjonalny z suwakiem niesymetrycznym oraz specjalne korektory elektroniczne przekrycia dodatniego. Jednak jest to związane ze wzrostem skomplikowania układu i kosztów, a celem badań jest sprawdzenie czy najprostszy układ z najczęściej stosowanym rozdzielaczem proporcjonalnym i typowym sterownikiem PLC jest w stanie zapewnić satysfakcjonującą regulację położenia.

Badania układu automatycznej regulacji rozpoczęto od doboru wzmocnienia K_p . W tym celu wykorzystano obserwacje z badania układu pozycjonowania z kompensacją błędu. Założono, że siłownik ma przemieszczać się z maksymalną prędkością (zapewnioną przez sygnał 8 V) do pozycji bliskiej położeniu zadanemu, a następnie prędkość ma stopniowo zmniejszać się. Analizując wsuw siłownika można zauważyć, że graniczną wartością wzmocnienia jest taka wartość, w której dla uchybu regulacji $e = -14,3$ mm będzie sygnał sterujący $U = -8$ V (tabela 2). Zapisano to w równaniu 1.

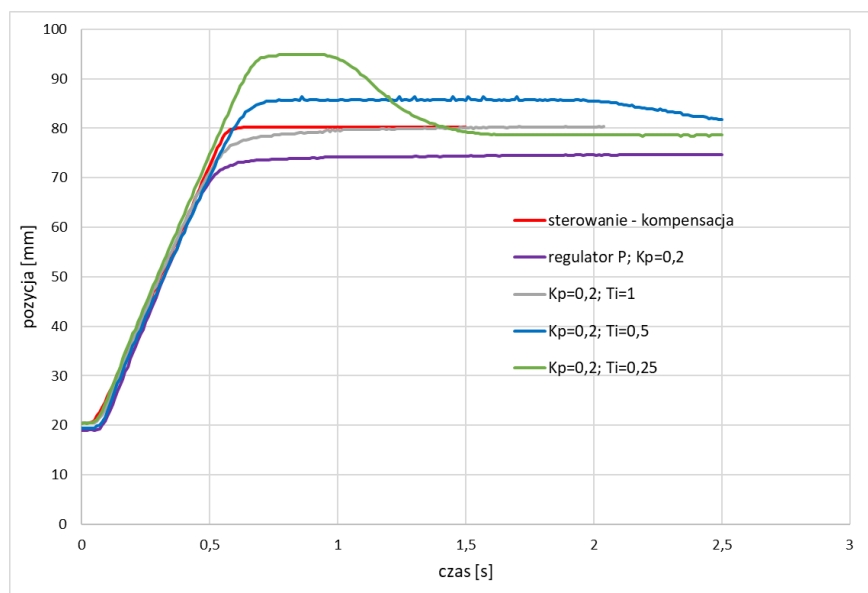
$$K_p = \frac{U}{e} = \frac{-8}{-14,3} = 0,56 \quad (1)$$

Wzmocnienie nie może przekraczać takiej wartości, gdyż wtedy wiadomo, że siłownik na pewno nie wyhamuje i obecne będzie duże

przeregulowanie (w układzie sterowania z kompensacją błędu przy takim uchybie sygnał sterujący spadał skokowo do zera i układ wyhamował przez drogę 14,3 mm).

Badania układu automatycznej regulacji położenia rozpoczęto dla wzmocnienia $K_p=0,2$, aby mieć pewien zapas do wzmocnienia maksymalnego.

Ze względu na dodatnie przekrycie rozdzielacza, zastosowanie samego regulatora P będzie zawsze powodowało znaczny błąd pozycjonowania, powodowany uchybem ustalonym, co pokazano na Rysunku 9. (przebieg oznaczony kolorem fioletowym). W tym przypadku uchyb ustalony 5,5 mm daje sygnał sterujący 1,1 V, który nie powoduje już ruchu siłownika, gdyż szczelina została całkowicie zamknięta. Aby uchyb ustalony został skasowany, niezbędne jest użycie członu całkującego. Na Rysunku 9. przedstawiono przebiegi czasowe przemieszczenia siłownika

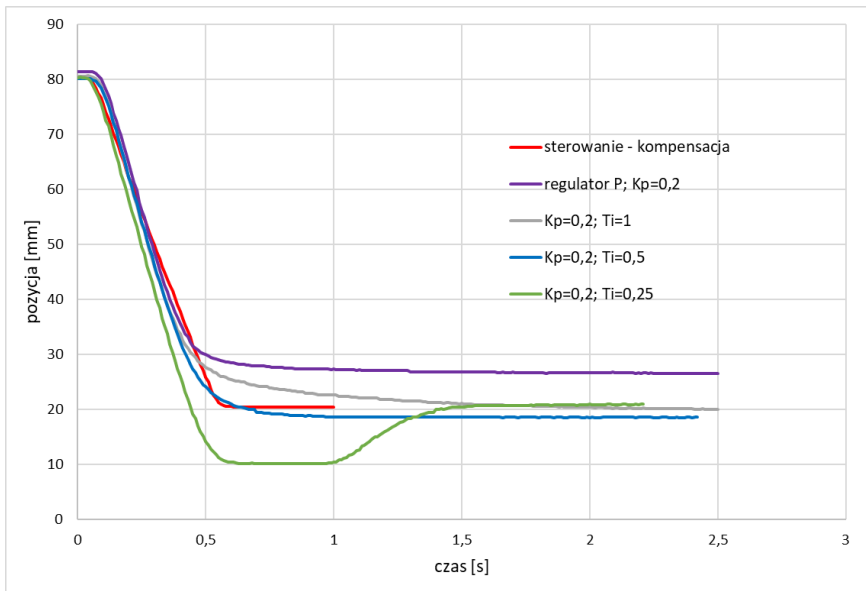


Rysunek 9. Przebieg czasowy przemieszczenia podczas pozycjonowania dla wysuwu siłownika – porównanie układu z kompensacją z układem automatycznej regulacji dla różnych parametrów. Przebieg pozycjonowania dla układu z kompensacją oznaczono kolorem czerwonym.

Źródło: opracowanie własne.

dla różnych nastaw parametru T_i (czas zdwojenia – akcja całkująca) regulatora PI.

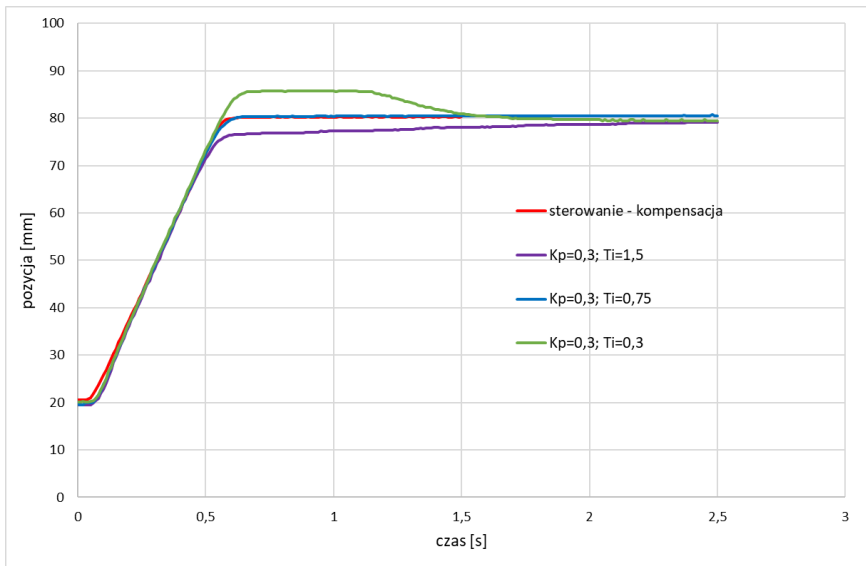
Analizując wyniki pomiarów widać, że przy doborze zbyt dużego czasu akcji całkującej (akcja całkująca słaba) proces sprowadzania uchybu do zera trwa zbyt długo w końcowej fazie regulacji. Zwiększanie czasu całkowania nie powoduje niestety zbliżenia się do przebiegu czasowego przemieszczenia dla układu sterowania z kompensacją błędu, gdyż występuje wtedy przeregulowanie (tym większe, im krótszy czas całkowania – intensywniejsza akcja całkująca). Z wykresu można odczytać, że przeregulowanie również wydłuża czas regulacji. Podobne wnioski można wyciągnąć analizując przebiegi czasowe przemieszczenia siłownika dla wsuwu, co pokazano na Rysunku 10.



Rysunek 10. Przebieg czasowy przemieszczenia podczas pozycjonowania dla wsuwu siłownika – porównanie układu z kompensacją z układem automatycznej regulacji dla różnych parametrów.

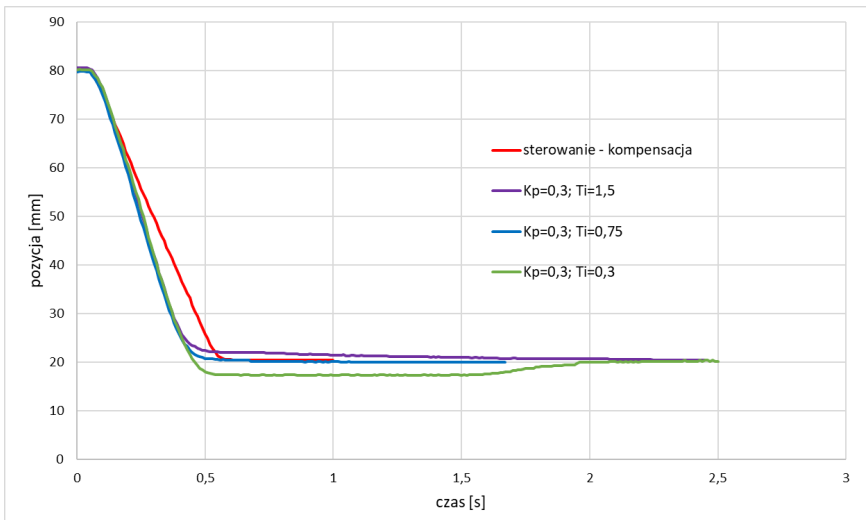
Źródło: opracowanie własne.

Z przeprowadzonych badań można wyciągnąć wniosek, że wzmacnienie układu zostało dobrane nieodpowiednio. Po przeprowadzeniu dalszych badań stwierdzono, że dla wzmacnienia $K_p=0,3$ jest możliwy



Rysunek 11. Przebieg czasowy przemieszczenia podczas pozycjonowania dla wysuwu siłownika – porównanie układu z kompensacją z układem automatycznej regulacji dla różnych parametrów.

Źródło: opracowanie własne.

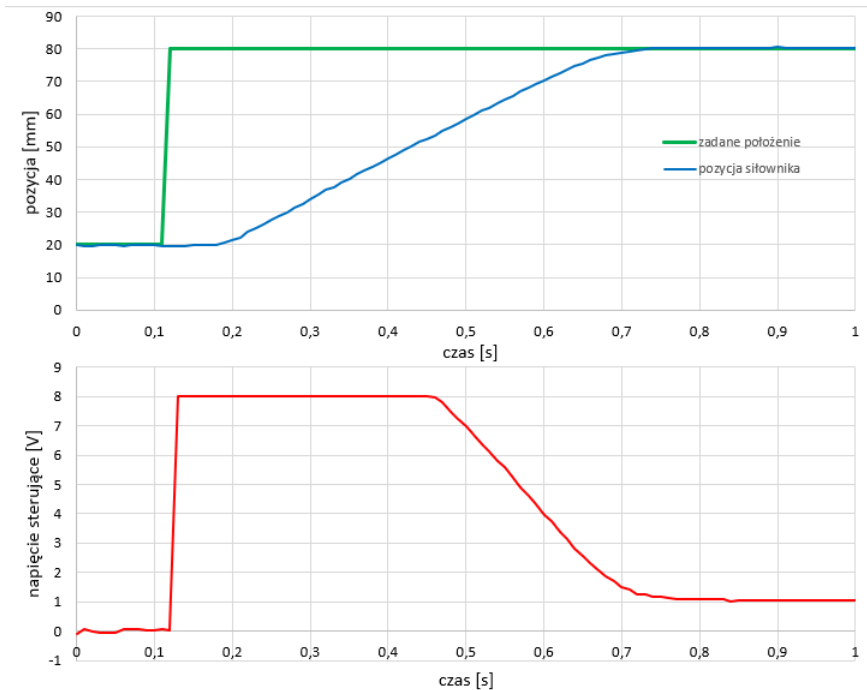


Rysunek 12. Przebieg czasowy przemieszczenia podczas pozycjonowania dla wsuwu siłownika – porównanie układu z kompensacją z układem automatycznej regulacji dla różnych parametrów.

Źródło: opracowanie własne.

dobór takiego czasu zdwojenia dla akcji całkującej T_i , że przebieg czasowy przemieszczenia siłownika dla układu automatycznej regulacji będzie zbliżony do przebiegu czasowego przemieszczenia siłownika dla układu sterowania z kompensacją błędu.

Na Rysunku 11. i Rysunku 12. przedstawiono przebiegi czasowe przemieszczenia siłownika dla wysuwu oraz wsuwu przy wzmocnieniu $K_p=0,3$ dla różnych nastaw parametru T_i . Podobnie jak dla wzmocnienia $K_p=0,2$ dobór zbyt dużego czasu T_i powoduje zbyt długie sprowadzanie uchybu do zera w końcowej fazie regulacji, natomiast dobór zbyt małego czasu T_i powoduje wystąpienie przeregulowania. W tym przypadku jednak dla optymalnej wartości parametru T_i równej 0,75 sekundy przebieg czasowy przemieszczenia dla układu automatycznej regulacji pokrywa się z przebiegiem czasowym przemieszczenia dla układu sterowania



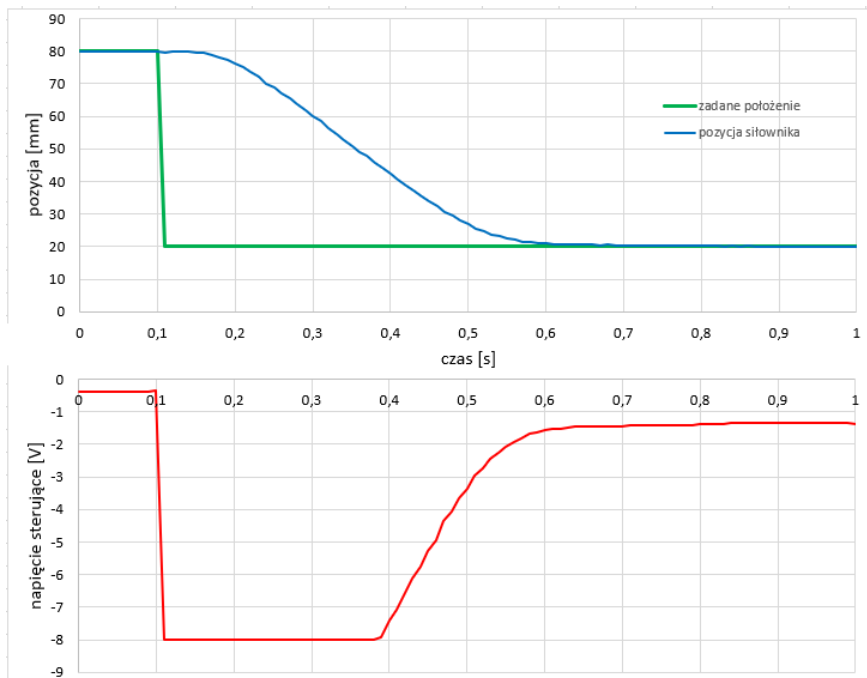
Rysunek 13. Przebieg czasowy zadanego położenia siłownika, rzeczywistego położenia siłownika oraz sygnału sterującego zarejestrowane podczas wysuwu przez sterownik PLC dla optymalnej nastawy regulatora: $K_p=0,3$ i $T_i=0,75$ s.

Źródło: opracowanie własne.

z kompensacją błędu przy prędkości 120 mm/s dla wysuwu, a dla wsuwu jest nawet korzystniejszy.

Dla wsuwu pozycjonowanie realizowane przez układ automatycznej regulacji jest szybsze niż dla układu z kompensacją błędu, gdyż w przypadku sterowania kompensacyjnego należało wprowadzić prędkość, która była taka sama dla wsuwu i dla wysuwu – w tym przypadku 120 mm/s. Prędkość ta została programowo ograniczona do tej wartości, ponieważ dla wysuwu przy skierowaniu całej wydajności pompy 6 l/min taką prędkość właśnie otrzymujemy. Dla wsuwu po zadaniu takiego przepływu uzyskujemy prędkość wyższą – 170 mm/s. Z taką właśnie prędkością wsuwał się siłownik w przypadku układu automatycznej regulacji.

Na Rysunku 13. oraz Rysunku 14. przedstawiono przebiegi czasowe zadanego położenia siłownika, rzeczywistego położenia siłownika oraz



Rysunek 14. Przebieg czasowy zadanego położenia siłownika, rzeczywistego położenia siłownika oraz sygnału sterującego zarejestrowane podczas wsuwu przez sterownik PLC dla optymalnej nastawy regulatora: $K_p=0,3$ i $T_i=0,75$ s.

Źródło: opracowanie własne.

sygnału sterującego zarejestrowane podczas wysuwu i wsuwu przez sterownik PLC dla optymalnej nastawy regulatora: $K_p=0,3$ i $T_i=0,75$ s. Czas próbkowania wynosił 10 ms.

Z przebiegów wskazanych na Rysunku 13. i Rysunku 14. widać opóźnioną reakcję układu sterowania, zaworu proporcjonalnego i układu hydraulicznego na wymuszenie skokowe w postaci zmiany zadanego położenia. Można zauważyć, że ustalenie maksymalnej prędkości trwa ponad 0,1 s. Sama prędkość ruchu jest natomiast ograniczona maksymalnym natężeniem przepływu pompy. Siłownik dla optymalnej nastawy przez większość ruchu przemieszcza się z maksymalną prędkością, którą zapewnia napięcie 8 V. Dopiero, gdy znajdzie się blisko pozycji zadanej łagodnie wyhamowuje. Dzięki temu możliwe jest efektywne pozycjonowanie siłownika mimo wolnego zaworu i słabej dynamiki układu hydraulicznego (powodowanej między innymi przewodami elastycznymi).

Podsumowanie

W artykule pokazano, że układ automatycznego ustalania pozycji siłownika hydraulicznego można zbudować i zaprogramować stosując najbardziej popularne elementy automatyki przemysłowej, takie jak rozdzielacz proporcjonalny, sterownik PLC oraz czujnik położenia z 12-bitowym przetwornikiem pomiarowym. Zaprezentowane zostały dwa przykładowe rozwiązania problemu pozycjonowania. Pierwsze polegało na ruchu siłownika z zadaną prędkością i zaniku sygnału sterującego w odpowiedniej automatycznie wyliczanej odległości przed pozycją zadaną, tak aby siłownik w wyniku obecnych w układzie opóźnień jej nie przekroczył. Drugie polegało na automatycznej regulacji położenia siłownika wykorzystującej regulator PI.

W artykule pokazano, że oba rozwiązania, pod warunkiem, że mają odpowiednio dobrane parametry, mogą zapewnić szybkość ruchu wynikającą z maksymalnego natężenia przepływu pompy, pozycjonowanie bez przeregulowania oraz dokładność pozycjonowania, która jest zbliżona do dokładności średniej klasy czujnika przemieszczenia.

Bibliografia

Artykuły naukowe

- Klarecki K., *Serwonapęd hydrauliczny – „strojenie” w praktyce*, „Hydraulika i Pneumatyka” 2014, nr 6.
- Łomotowski G., *Programowanie układów sterowania w hydraulice przemysłowej i mobilnej*, „Zeszyty Naukowe Uczelni Jana Wyżykowskiego. Studia z Nauk Technicznych” 2019, nr 8.
- Rybarczyk D., Pitter G., Regulski R., *Badania serwonapędu elektrohydraulicznego z zaworem proporcjonalnym sterowanym silnikiem synchronicznym z regulatorem typu PI*, „Prace Instytutu Elektrotechniki Politechniki Poznańskiej” 2014, z. 264.
- Woś P., Dindorf R., *Metody adaptacyjne stosowane w regulacji pozycyjno-siłowej serwonapędu elektrohydraulicznego*, „Hydraulika i Pneumatyka” 2012, nr 1.
- Woś P., Dindorf R., *Wyniki badań serwonapędu elektrohydraulicznego z regulatorem adaptacyjnym*, „Maszyny Górnicze” 2008, nr 4.

Pozycje zwarte

- Kasprzyk J., *Programowanie sterowników przemysłowych*, Warszawa 2006.
- Kempf H. (red.), *Vademecum Hydrauliki, Tom I. Hydraulika. Podstawy, elementy konstrukcyjne i podzespoły*, 2007.
- Lang R. (red.), *The Hydraulic Trainer, Volume 2 – Proportional and Servo Valve Technology*, 1989.
- Podręcznik użytkownika. Programowanie sterowników PLC w systemie CoDeSys 2.3*, 2006.
- Wizualizacja CoDeSys. Uzupełnienie podręcznika do programowania sterowników PLC w systemie Codesys 2.3*, 2006.

Prace dyplomowe

- Kukurenda D., *Elektrohydrauliczny układ automatycznej regulacji*, Praca inżynierska, Uczelnia Jana Wyżykowskiego, Polkowice 2019.

Biogram autora

Grzegorz Łomotowski – doktor inżynier, doświadczony wykładowca akademicki, trener szkoleń inżynierskich oraz nauczyciel zajęć praktycznych. Jego działalność naukowa i dydaktyczna obejmuje swoim zakresem problematykę hydraulicznych i pneumatycznych układów napędowych oraz technik sterowania tymi napędami, w szczególności za pomocą programowalnych sterowników przemysłowych. W latach 2008–2013 realizował studia doktoranckie na Politechnice Wrocławskiej, gdzie prowadził prace badawcze z zakresu hydrauliki siłowej. Od 2013 roku pracownik Uczelni Jana Wyżykowskiego. Dodatkowo od 2009 roku nauczyciel przedmiotów zawodowych dla kierunku kształcenia technik mechatronik, a od 2016 roku trener szkoleń inżynierskich z zakresu budowy i obsługi elementów i układów hydrauliki siłowej prowadzący szkolenia zarówno w laboratorium, jak i w zakładach przemysłowych u klienta.

Mirosław Lewicki

KGHM Polska Miedź S.A. Oddział Zakłady Górnicze „Lubin”
Uczelnia Jana Wyżykowskiego w Polkowicach
ORCID: 0000-0002-7218-1037

Paweł Śliwiński

KGHM Polska Miedź S.A. Departament Energomechaniczny
Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej
ORCID: 0000-0003-2768-9955

Kierunki rozwoju monitoringu maszyn górniczych

Streszczenie: Samojedzne maszyny górnicze wprowadzane do procesów produkcyjnych podziemnej kopalni miedzi powinny odznaczać się wysoką niezawodnością działania. Fakt ten nie wynika wyłącznie z efektywności realizacji procesów produkcyjnych. Prace eksploatacyjne prowadzone w oparciu o system filarowo-komorowy z ugięciem stropu z różnymi odmianami łączą się z określoną miąższością złoża i oznaczają równocześnie poruszanie się w krzyżujących się wyrobiskach chodnikowych o zawężonych gabarytach. Uszkodzenie podzespołu maszyny unieruchamiające maszynę w wyrobisku chodnikowym oznacza przerwanie cyklu produkcyjnego i konieczność wprowadzenia procedury holowania. Powstające wówczas utrudnienia techniczne oraz generowane koszty związane z odprowadzeniem maszyny do komory mechanicznej obligują do podejmowania działań prewencyjnych. Określenie w bieżącej chwili stanu technicznego poszczególnych maszyn stanowi o skuteczności prowadzenia działań ruchowych związanych z utrzymaniem ruchu. Wprowadzenie monitoringu maszyn wykorzystującego dane z czujników pomiarowych zamontowanych na poszczególnych układach mechanicznych pozwala na bieżące określenie stanu technicznego maszyn podczas realizacji cykli produkcyjnych. Możliwa jest wówczas skuteczna diagnostyka i uzyskiwanie wysokiej dyspozycyjności maszyn przy bardzo niskim poziomie awaryjności.

Słowa kluczowe: podziemny zakład górniczy, monitoring, kierunki rozwoju monitoringu

DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF MINING MACHINERY MONITORING

Abstract: Self-propelled mining machines introduced into the production processes of an underground copper mine should be characterized by high operational reliability. This fact is not only due to the effectiveness of the production processes. Exploitation works carried out on the basis of a pillar-chamber system with a deflection of the ceiling with different varieties are associated with a specific thickness of the deposit and, at the same time, mean moving in the crossing headings of narrow dimensions. Damage to a component of the machine, immobilizing the machine in a tunnel excavation, means that the production cycle is interrupted and the towing procedure must be introduced. The technical difficulties that arise at that time and the generated costs associated with transporting the machine to the mechanical chamber oblige to take preventive measures. Determining the technical condition of individual machines at the moment determines the effectiveness of operational activities related to maintenance. The introduction of machine monitoring using data from measuring sensors mounted on individual mechanical systems allows for the current determination of the technical condition of machines during the implementation of production cycles. Then, it is possible to efficiently diagnose and obtain high availability of machines with a very low level of failure.

Keywords: underground mining plant, monitoring, directions of monitoring development

Wstęp

Pozyskanie rudy miedzi w podziemnej kopalni prowadzącej eksploatację w oparciu o system filarowo-komorowy z ugięciem stropu w różnych modyfikacjach wiąże się z realizacją głównych procesów technologicznych:

- prace przygotowawcze związane z udostępnieniem pól eksploatacyjnych, w tym wykonanie chodników udostępniających i rozcięcie złoża,
- procesy prowadzone w ramach eksploatacji pola związane z wierceniem, uzbrajaniem otworów ładunkami wybuchowymi oraz strzelaniem przodków,
- działania związane z zabezpieczeniem wyrobiska, w tym dokonywaniem obrywki oraz wykonywanie obudowy kotwowej,
- odstawa urobku do oddziałowych punktów przesypowych na taśmociągi,

- kruszenie nadgabarytowych brył skalnych na kracie wysypu oddziałowego,
- transport poziomy rudy prowadzony przenośnikami taśmowymi lub transportem szynowym do zbiorników retencyjnych,
- transport pionowy rudy na powierzchnię i odstawa na składowiska lub do Zakładu Wzbogacania Rudy (ZWR).

Dla kontroli kosztowej poszczególnych faz wydobywania w różnych przekrojach decyzyjnych wskazane jest odzwierciedlenie tych procesów w układzie kalkulacyjnym kosztów. Pozwala on wówczas na przejrzyste i precyzyjne wyodrębnienie znaczących pozycji, jak również współzależności pod względem wpływu jakościowego i ilościowego na wynikowe wskaźniki efektu ekonomicznego. Udział samojezdnych maszyn górniczych w realizacji poszczególnych etapów procesu wydobywania jest znaczący. Z tego też względu istotnym elementem jakościowym procesu produkcyjnego staje się niezawodność tych maszyn podczas realizacji poszczególnych prac oraz efektywne zarządzanie dysponowanym parkiem maszynowym pozwalające na uzyskanie korzystnego wskaźnika ponoszonych kosztów przy uzyskiwanej wynikowej dyspozycyjności maszyn na pożądanym poziomie.

Monitoring maszyn górniczych – umiejscowienie w procesie produkcyjnym

Działania zapobiegawcze przeciwdziałające niewłaściwej eksploatacji uszkodzonego układu technicznego skutkującej awarią maszyny podejmowane są z reguły jako procesy wyprzedzające nazywane układami monitorowania, diagnozowania i nadzorowania¹. Przedstawiony w artykule przepływ informacji w nadzorowanym obiekcie odbywa się:

- od obserwowanego w ramach monitoringu obiektu z połączoną rejestracją danych,
- poprzez diagnostykę kierującą się wybranymi kryteriami,
- poprzez nadzór ukierunkowany przyjętą strategią,

¹ J. Kosmol, *Monitorowanie, diagnozowanie, nadzorowanie: artykuł dyskusyjny*, „Przetwórstwo Tworzyw” 2015, nr 21.1(163), s. 22–26.

- poprzez sterowanie,
- poprzez oddziaływanie na obiekt, który podlega zakłóceniom,
- poprzez generowanie „wielkości wyjściowej” oddziałującej na pomiar.

Przyjęta podstawowa zasada kontroli obiektu opiera się na bieżącej informacji o jego stanie, pozyskiwanej z szeregu czujników zainstalowanych w newralgicznych punktach obserwacyjnych.

Należy zwrócić uwagę na możliwość dokonywania pomiaru określonej wielkości w sposób ciągły lub okresowy. Wynik pomiaru może być zapisany w systemie wewnętrznym maszyny, względnie przesłany do centrum analizy, gdzie będzie poddany określonej obróbce programowej. Jeśli następuje porównanie wielkości mierzonej z wartością graniczną sprecyzowaną dla określonego kryterium oceny, wówczas mamy do czynienia z diagnostyką. Sama ocena nie jest czynnością prostą. Możliwe jest operowanie dwuwartościowe lub wielowartościowe. W maszynach dołowych wielokrotnie mamy do czynienia z wykorzystaniem opcji wielowartościowej. Pierwsza wartość graniczna sygnalizowana jest jako alarm żółty, następna jako czerwony. Praktycznie nie powinno nastąpić wyraźne przekroczenie wartości krytycznej sygnalizowanej alarmem czerwonym. Jednak warunki panujące w podziemnym zakładzie górniczym wymuszają odstępstwa w zakresie odłączenia napędu maszyny w takiej sytuacji ze względu na bezpieczeństwo operatora. Ciężar decyzji odłączenia napędu spada na operatora, który, mając na uwadze sygnalizację stanu przekroczenia oraz panujące warunki zewnętrzne, powinien podjąć działania przeciwdziałające krytycznemu przeciążeniu maszyny. Opcja ta równocześnie wpływa na przyjmowany przez jednostkę decyzyjną poziom sygnalizowanych wartości granicznych i ich późniejszą obserwację w przebiegach czasowych. Korzystny jest automatyczny nadzór nad poszczególnymi elementami procesu technologicznego z eliminacją sterowania ręcznego. Automatyzacja zmiany biegów wprowadzona do ładowarki kopalnianej klasy LK4, dostosowana do zadanych kryteriów, minimalizuje czynnik ludzki oraz błędy wynikające z indywidualnej oceny sytuacji przez operatora.

Modernizacja układu napędowego obejmowała zabudowę automatycznej skrzyni biegów wyposażonej w sterownik APC 312². Ocenę

² T. Kaniewski, M. Lewicki, *Profilaktyka utrzymania sprawności eksploatacyjnej maszyn górniczych prowadzona w oparciu o monitoring, oceniana metodą kosztów*

efektywności modernizowanego układu napędowego przeprowadzono wykorzystując metodę kosztów całkowitych TCO. Analiza przeprowadzona w zakresie wybranych parametrów kontrolnych, tj. produktywność, koszt całkowity oraz wskaźnik dyspozycyjności, potwierdziła zasadność przeprowadzonej modernizacji³.

Pojęcie diagnostyki jest różnie definiowane. Korzystne jest przyjęcie określenia precyzującego wszelkie działania zmierzające do:

- sprecyzowania zakłóceń skutkujących intensyfikacją procesu zużycia oraz wynikowego uszkodzenia,
- określenia prawdopodobieństwa wystąpienia stanu krytycznego nieakceptowanego,



Rysunek 1. Schemat powiązań monitoringu z działaniami zmierzającymi do właściwego określenia stanu technicznego maszyny górniczej.

Źródło: opracowanie własne.

całkowitych TCO, „Zeszyty Naukowe Uczelni Jana Wyżykowskiego. Studia z Nauk Technicznych” 2019, nr 8, s. 89–98.

³ M. Lewicki, T. Kaniewski, P. Śliwiński, *Wykorzystanie informacji uzyskiwanych z monitoringu parametrów pracy do wprowadzania zmian technicznych w modernizowanych maszynach górniczych*, „Inżynieria Mineralna” 2020, nr 1(1).

- określenia przyczyn zaistnienia stanu krytycznego nieakceptowanego,
- umiejscowienie przyczyny uszkodzenia.

Przyjęcie istotnych kryteriów oceny oraz wprowadzenie układu sterowania utrzymującego wielkości mierzone w zakresie dopuszczalnym oznacza nadzór nad maszyną.

Umiejscowienie monitoringu w procesie zarządzania parkiem maszyn górniczych przedstawiono na Rysunku 1.

Struktura samojezdnych maszyn górniczych jest zróżnicowana. Obejmuje maszyny z różnych grup realizujących określone fazy procesu urabiania i wydobywania na powierzchnię rudy miedzi. Podstawowy system filarowo-komorowy z ugięciem stropu wymusza określone operacje technologiczne. Oznacza to konieczność wprowadzenia do cyklu produkcyjnego zarówno maszyn załadowczo-odstawczych, jak również wierząco-kotwiących oraz innych wspomagających proces produkcyjny i zabezpieczających wyrobiska górnicze. Każda grupa maszyn ma swój wkład w proces wydobywania. Jednakże względy ekonomiczne wymuszają pewne ukierunkowania oznaczające wprowadzanie monitoringu pracy do najbardziej drogich maszyn z grupy podstawowej.

Monitoring maszyn górniczych obejmuje:

- rejestrację danych z czujników rozmieszczonych w niewralgicznych miejscach maszyny oraz przy rozbudowanej opcji prowadzenie równoczesnej kontroli prac wykonywanych przez operatora – przykładowo rejestracja ilości zabudowanych kotew przez operatora kotwiarki,
- transmisję danych do hurtowni danych, połączoną z przetworzeniem tych danych oraz ich zapisem,
- wykorzystanie specjalistycznego oprogramowania SAP BUSINESS OBJECT do wizualizacji i obserwacji stanu technicznego maszyny,
- sygnalizację chwilowych przekroczeń stanów granicznych poprzez żółte i czerwone alarmy przekazujące bezpośredni sygnał decyzyjny do operatora maszyny,
- wspomaganie pracy operatora poprzez wizualizację i automatyzację procesów technologicznych, w tym procesu wiercenia przodków przy wykorzystaniu wiertnic⁴,

⁴ W. Kollek, Z. Maćkowiak, T. Siwulski, *Analiza możliwości zastosowania monitoringu procesu wiercenia w kopalniach KGHM Polska Miedź S.A.*, „Napędy

- wspomaganie przeglądów technicznych OT-1, OT-2, OT-3,
- sygnalizację innych obiektów w bezpośrednim otoczeniu maszyny poprzez zabudowę inteligentnych układów sygnalizujących pojawienie się obiektu w pobliżu maszyny górniczej,
- monitorowanie różnych zagrożeń górniczych połączone z systemem wczesnego ostrzegania⁵,
- inne

Transmisja oraz wizualizacja danych

Efektywny monitoring oznacza obserwację maszyny górniczej w układzie wielowymiarowym obrazującym bieżący stan obiektu, prezentowany poprzez wskazania czujników pomiarowych. Dostarczenie osobom decyzyjnym informacji bezpośredniej lub przetworzonej i przedstawionej w różnych przekrojach analitycznych umożliwia podejmowanie właściwych decyzji. Docelowe działania oznaczają budowę centralnej dyspozytorni „One Control Room” łączącej obserwację bieżącą różnych faz procesu wydobywania rudy na powierzchni⁶. Poprawa efektywności procesów technologicznych osiągnięta jest poprzez centralną wizualizację procesów, wykorzystanie monitoringu wizyjnego oraz dopasowanie możliwości percepcyjnych dyspozytorów do formy przekazu informacji.

W warunkach górniczych konieczna staje się budowa sieci transmisyjnej o określonej przepustowości. Wskazane jest dublowanie układów dla zapewnienia pewności transmisji. Wymagania dotyczące jakości sprzętu wynikają z uwarunkowań środowiskowych – wysoka temperatura, wilgotność, zabezpieczenia przed uszkodzeniami mechanicznymi, zapewnienia szczelności układów itp. Kontrola przesyłania danych odbywa się

i Sterowanie” 2012, nr 14(7/8), s. 100–103.

⁵ S. Trenczek, P. Wojtas, *Pomiaroznawstwo w systemach monitorowania zagrożeń w kopalniach głębinowych – tendencje rozwoju i perspektywy*, [w:] *Szkoła podziemnej eksploatacji*, J. Kicki (red.), Kraków 2013, s. 213–220.

⁶ M. Andrzejewski, L. Borkowski, *Kierunki rozwoju monitoringu...*, *op.cit.*, s. 259–268.

ZG Lubin

Komora	Grupa	Typ wg DTR	Maszyna	2022-08-01				2022-07-31				
				poniedziałek				niedziela				
				4	3	2	1	4	3	2	1	
C - 1B	SWW	Boomer M1L	SWW -192/L			[+]	[+]	[+]				
			SWW -193/L		[+]		[+]					
		FACE MASTER 1.7K	SWW -181/L		[+]	[+]	[+]	[+]	[+]			
			SWW -182/L		[+]	[+]	[+]	[+]	[+]			

Rysunek 2. Przykładowy obraz dnia pracy wybranych maszyn – kolor niebieski oznacza brak danych o pracy maszyny.

Źródło: opracowanie własne.

w różnych płaszczyznach. Wygodnym sposobem obrazowania efektywności prowadzonej transmisji danych jest raportowanie pracy poszczególnych maszyn w formie przedstawionej na Rysunku 2. Poszczególne dni oznaczone określonym kolorem pozwalają na szybką ocenę efektywności transmisji w zadanym odcinku czasowym.

Uwarunkowania techniczne – okresowe przeglądy techniczne powiązane z bazą danych w systemie CMMS

Proces zużywania się poszczególnych podzespołów maszyny górniczej jest zróżnicowany. Niejednokrotnie ten sam typ maszyny pracujący w jednym oddziale górniczym może ulegać bardzo odmiennym uszkodzeniom i powiązanim awariom. Może to wynikać z różnych warunków pracy panujących na jednym oddziale, a może być spowodowane odmienną realizacją procesów produkcyjnych przez różnych operatorów oraz wykonywaniem przeglądów technicznych przez różnych serwisantów, odznaczających się przykładowo zróżnicowaną sumiennością w zakresie realizacji poszczególnych procedur serwisowych. Wszelkie zabiegi konserwacyjne wykonywane podczas standardowych przeglądów technicznych mają przedłużyć okres bezawaryjnej pracy maszyny określanej jako

sprawnej technicznie⁷. Sprawność ta wynika z samego procesu wytworzenia maszyny górniczej:

- zastosowanych materiałów konstrukcyjnych,
- dokładności wykonania,
- zachowania dopuszczalnych tolerancji wykonania,
- poziomu przepuszczonych braków przy kontroli jakości poszczególnych faz procesu produkcyjnego,
- innych działań produkcyjnych, specyficznych dla danego typu maszyny.

Ponadto istotne staje się oddziaływanie operatora na maszynę podczas wykonywania poszczególnych cykli produkcyjnych. Czynnikiem osobowym charakteryzuje się powtarzalnością wykonywania sekwencji ruchowych na określonym poziomie dokładności, niezależnie od przyjęcia opcji poprawności działań lub popełnianych błędów. Skutkuje to wypadkowym zużyciem poszczególnych podzespołów. Praktycznie uznaje się wykonywane operacje za poprawne, gdy następuje przewidywalne zużycie poszczególnych elementów maszyny, przy równoczesnym braku występowania objawów niesprawności, rozumianych jako pojawiające się nadmierne drgania, niekontrolowane wycieki środków smarnych, uszkodzenia podzespołów itp. Należy tu wyodrębnić najbardziej niekorzystny przypadek awarii maszyny na oddziale górniczym spowodowany przykładowo przez nadmierne zużycie jednego elementu, skutkujące unieruchomieniem głównego podzespołu. Przykładowo zatarcie połączenia sworzniowego lub pęknięcie samego sworznia może skutkować blokadą układu roboczego lub unieruchomieniem całej maszyny.

Procedury związane z przeprowadzaniem okresowych przeglądów technicznych OT zawierają sprecyzowane zalecenia odnoszące się do ilości i zakresu uprawnień serwisantów (np. dwóch mechaników i elektryk) oraz czasu trwania przeglądu. Gdy zakres przewidywanych czynności jest znaczny, liczba serwisantów ulega zwiększeniu. Działania powyższe mają w sposób sformalizowany wymusić dokładną realizację wymaganych procedur. Istotne staje się tutaj posiadanie dodatkowych danych odnośnie

⁷ M. Lewicki, A. Kucharski, *Wpływ trybu realizacji okresowych przeglądów technicznych na prawidłową gospodarkę samojezdnych maszyn górniczych*, I Konferencja Naukowa „Nauki techniczne i praktyka przemysłowa w Zagłębiu Miedziowym”, 18–19 VI 2015.

do stanu technicznego maszyny, pochodzących z monitoringu. Należy podkreślić, że stosowana strategia kontroli stanu technicznego maszyn oparta na działaniach prewencyjnych, bazujących na procedurach wykonywanych podczas planowych przeglądów okresowych OT-1, OT-2, OT-3, przy równoczesnym wspomaganiu działań o prewencyjne naprawy prowadzone przy wykorzystaniu monitoringu, stanowi o osiąganym wysokim i akceptowanym przez mechaniczny dozór zarządzający poziomie wskaźnika dyspozycyjności maszyn.

Uwarunkowania ekonomiczne – metoda kosztów całkowitych TCO

Analiza kosztów maszyn górniczych obejmuje:

- koszty zakupu jednostek nowych,
- koszty ponoszone na eksploatację,
- koszty utrzymania,
- koszty dozoru, magazynowania części zamiennych oraz pozostałe,
- koszty likwidacji.

Cena zakupu nowej maszyny może wydawać się najbardziej znacząca. Jednakże doświadczenia w zakresie użytkowania maszyn różnych producentów pokazują, że niejednokrotnie wyższy koszt poniesiony w ramach wydatków inwestycyjnych może zwrócić się poprzez zmniejszenie poszczególnych kosztów rodzajowych z grupy kosztów użytkowania, względnie grupy eksploatacji. Jednakże napotyka się tu na barierę precyzji oraz jednoznaczności oceny maszyn różnych producentów. Występują rozbieżności parametrów technicznych maszyn powiązane z osiąganymi wydajnościami, zróżnicowane przewidywane okresy użytkowania oraz efektywność produkcyjna, sprecyzowane w ofertach zakupowych. Ponadto zastosowane różne rozwiązania techniczne skutkują odmienną wagą udziału poszczególnych kosztów rodzajowych ponoszonych w okresie eksploatacji. Porównywalność tych maszyn w różnych przekrojach analitycznych w danym okresie analizy stanowi o możliwości podejmowania skutecznych decyzji finansowo-technicznych przez dozór zarządczy. Wprowadzenie w KGHM Polska Miedź S.A. instrumentu finansowego

opartego na metodzie kosztów całkowitych oznaczało przystosowanie istniejącej metodyki dedykowanej do określonych działów gospodarczych do warunków eksploatacji maszyn górniczych⁸. Dysponowane obecnie oprogramowanie zbudowane na bazie SAP BUSINESS OBJECTS, wykorzystujące hurtownię danych SAP BW, zapewnia skuteczne podejmowanie decyzji zakupowych. Budowane błyskawicznie opracowania w powiązanym ujęciu techniczno-kosztowym, w różnych przekrojach analitycznych, pozwalają dogłębnie porównać efektywność techniczną maszyn z dysponowanym równocześnie odniesieniem kosztowym. Spośród parametrów technicznych wyróżnić można obserwację dyspozycyjności rozumianej jako udział czasu pracy, przeglądów oraz postojów odniesionych do czasu łącznego użytkowania w badanych okresach rocznych dla określonych typów maszyn sprecyzowanych według dokumentacji techniczno-ruchowej. Uzyskiwane analizy zawierające odniesienia do kosztów całkowitych względnie jednostkowych pozwalają na jednoznaczne wskazanie najbardziej korzystnych maszyn. Analiza w układzie rocznym pozwala ponadto na efektywne planowanie w zakresie remontów, względnie modernizacji, układów technicznych dedykowanych wskazaniem z monitoringu maszyn.

Wnioski końcowe

W artykule przedstawiono uwarunkowania techniczne monitoringu zmierzające do oceny stanu technicznego maszyny górniczej. Zwrócono uwagę na:

- znaczenie czynnika ekonomicznego powiązanego z wykorzystaniem dysponowanego w KGHM specjalistycznego oprogramowania, bazującego na metodzie kosztów całkowitych TCO,
- znaczenie okresowych przeglądów technicznych OT-1, OT-2, OT-3 prowadzonych przy wykorzystaniu danych z monitoringu,

⁸ M. Lewicki, P. Śliwiński, *Wykorzystanie monitoringu oraz metody kosztów całkowitych TCO jako instrumentów wspomagających proces zarządzania w obszarze techniczno-ekonomicznym*, „Zeszyty Naukowe Uczelni Jana Wyżykowskiego. Studia z Nauk Technicznych” 2020, nr 9, s. 61–77.

- właściwe wykorzystanie bazy danych zawierającej opis techniczny działań serwisowych przypisanych do poszczególnych maszyn i ewidencjonowanych w systemie CMMS,
- właściwe działania diagnostyczne bazujące na specjalistycznym oprogramowaniu SAP BUSINESS OBJECT pozwalające na precyzowanie stanu technicznego poszczególnych maszyn w trakcie ich eksploatacji, jak również podejmowanie skutecznych modernizacji maszyn zapewniających prawidłową eksploatację.

Monitoring maszyn prowadzony podczas realizacji podstawowych procesów produkcyjnych w warunkach górniczych stanowi o efektywnym i skutecznym procesie zarządzania parkiem maszyn górniczych.

Bibliografia

Artykuły naukowe

- Kaniewski T., Lewicki M., *Profilaktyka utrzymania sprawności eksploatacyjnej maszyn górniczych prowadzona w oparciu o monitoring, oceniana metodą kosztów całkowitych TCO*, „Zeszyty Naukowe Uczelni Jana Wyżykowskiego. Studia z Nauk Technicznych” 2019, nr 8.
- Kollek W., Maćkowiak Z., Siwulski T., *Analiza możliwości zastosowania monitoringu procesu wiercenia w kopalniach KGHM Polska Miedź S.A.*, „Napędy i Sterowanie” 2012, nr 14(7/8).
- Kosmol J., *Monitorowanie, diagnozowanie, nadzorowanie: artykuł dyskusyjny*, „Przetwórstwo Tworzyw” 2015, nr 21.1(163).
- Lewicki M., Kaniewski T., Śliwiński P., *Wykorzystanie informacji uzyskiwanych z monitoringu parametrów pracy do wprowadzania zmian technicznych w modernizowanych maszynach górniczych*, „Inżynieria Mineralna” 2020, nr 1(1).
- Lewicki M., Śliwiński P., *Wykorzystanie monitoringu oraz metody kosztów całkowitych TCO jako instrumentów wspomagających proces zarządzania w obszarze techniczno-ekonomicznym*, „Zeszyty Naukowe Uczelni Jana Wyżykowskiego. Studia z Nauk Technicznych” 2020, nr 9.

Materiały konferencyjne

- Lewicki M., Kucharski A., *Wpływ trybu realizacji okresowych przeglądów technicznych na prawidłową gospodarkę samojezdnych maszyn górniczych*,

I Konferencja Naukowa „Nauki techniczne i praktyka przemysłowa w Zagłębiu Miedziowym”, 18–19 VI 2015.

Pozycje zwarte

Andrzejewski M., Borkowski L., *Kierunki rozwoju monitoringu pracy maszyn i urządzeń górniczych w KGHM Polska Miedź S.A.*, [w:] *Szkoła podziemnej eksploatacji*, J. Kicki (red.), Kraków 2013.

Trenczek S., Wojtas P., *Pomiaroznawstwo w systemach monitorowania zagrożeń w kopalniach głębinowych – tendencje rozwoju i perspektywy*, [w:] *Szkoła podziemnej eksploatacji*, J. Kicki (red.), Kraków 2013.

Biogramy autorów

Mirosław Lewicki – dr inż., zakres działań: maszyny dołowe, budżetowanie połączone z analizami kosztowymi, analizy efektywności pracy, monitoring pracy maszyn górniczych, wykorzystanie metody kosztów całkowitych TCO do bieżących analiz pracy maszyn dołowych w układzie kosztowym powiązanym z efektywnością produkcyjną. Wykładowca Uczelni Jana Wyżykowskiego w Polkowicach na kierunku górnictwo i geologia w zakresie przedmiotów związanych: z budową maszyn górniczych, metodami diagnostycznymi, warunkami efektywnej eksploatacji w różnych warunkach środowiskowych ze szczególnym ukierunkowaniem na warunki podziemnej kopalni miedzi.

Paweł Śliwiński – mgr inż., zakres działań: analiza i optymalizacja produkcji pod ziemią, wykorzystanie monitoringu do diagnostyki stanu technicznego maszyn górniczych. Prowadzi działania badawczych związane z efektywną akwizycją danych obrazujących pracę maszyn oraz ich stan techniczny. We współpracy z producentami prowadzi działania w kierunku powiązania danych z monitoringu maszyn z modyfikacjami układów roboczych i napędowych. Współpracuje z Wydziałem Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej oraz z KGHM CUPRUM Wrocław.

Marcin Przybyła

Centrum Badań Jakości Sp. z o.o.

ORCID: 0000-0002-9388-8736

Wacław Szetelnicki

Centrum Badań Jakości Sp. z o.o.

ORCID: 0000-0001-8920-6854

Andrzej Szczurek

Politechnika Wrocławska

ORCID: 0000-0002-7486-4552

System monitoringu spalin pochodzących z maszyn górniczych pracujących w podziemnych wyrobiskach górniczych jako potencjalne narzędzie do odpowiedniego zarządzania parkiem maszynowym i bezpieczeństwem pracy

Streszczenie: Maszyny, w których pracuje silnik wysokoprężny są obecnie podstawowym środkiem transportu, fedrunku oraz prac przygotowawczych i likwidacyjnych w większości kopalń, również podziemnych. Spaliny z silników Diesla mogą stanowić zagrożenie dla pracowników podziemnych wyrobisk górniczych. W Polsce i innych krajach Unii Europejskiej zostały obniżone lub w najbliższym czasie zostaną obniżone kolejne najwyższe dopuszczalne stężenia (NDS) substancji emitowanych w spalinach maszyn górniczych (np. dla tlenu azotu, NO) lub dodane nowe, tak jak w przypadku węgla elementarnego (EC) w powietrzu na stanowiskach pracy (odpowiednio w 2023 r. dla NO i 2026 r. dla EC – w górnictwie podziemnym). Obecnie najczęściej stosowanymi metodami ograniczenia narażenia pracowników na szkodliwe substancje pochodzące z silników Diesla są odpowiednia wentylacja, środki ochrony indywidualnej czy ograniczanie liczby maszyn pracujących w bliskim sąsiedztwie w rejonach słabiej wentylowanych. Odpowiedni monitoring poziomu emisji zanieczyszczeń z poszczególnych maszyn

może być bardzo skutecznym rozwiązaniem dopełniającym powyższe rozwiązania. Ponadto może przyczynić się do wcześniejszego wykrywania potencjalnych awarii w maszynach górniczych, zmniejszenia kosztów przeznaczonych na środki ochrony indywidualnej czy oszczędności związanych z kosztami dodatkowej wentylacji niektórych rejonów kopalni.

Słowa kluczowe: monitorowanie zanieczyszczeń, emisja, spaliny silników Diesla, kopalnia

THE MONITORING SYSTEM OF EXHAUST GASES FROM WORKING MINING MACHINES IN UNDERGROUND MINING EXCAVATIONS AS A POTENTIAL TOOL FOR PROPER MANAGEMENT OF THE MACHINE PARK AND WORK SAFETY

Abstract: The machines powered by a diesel engine are currently the basic means of transport, recovery as well as preparatory and liquidation works in most mines, also underground mines. Diesel engines' exhaust fumes may pose a threat to employees of underground mines. In Poland and other European Union countries, further regulations (e.g. NDS) of substances emitted in the exhaust gases of mining machines (e.g. for nitrogen oxide, NO) have been lowered or will be reduced in the near future, or new ones have been added, as in the case of elementary carbon (EC) in the air at workplaces (in 2023 for NO and 2026 for EC – in underground mining, respectively). Currently, the most commonly used methods of limiting the exposure of workers to harmful substances from diesel engines are adequate ventilation, personal protective equipment or limiting the number of operating machines in close proximity to less ventilated areas. Appropriate monitoring of the level of pollutant emissions from individual machines can be a very effective solution that complements the above solutions. In addition, it may contribute to the earlier detection of potential failures in mining machines, reduction of costs for personal protective equipment or savings related to the costs of additional ventilation in some areas of the mine.

Keywords: monitoring of pollutants, emissions, diesel engines' exhaust fumes, mine

Wstęp

Pierwszy silnik wysokoprężny, w którym był spalany olej napędowy został skonstruowany w 1897 r. przez niemieckiego inżyniera Rudolfa Diesla. Niskie koszty eksploatacji spowodowały, że silniki tego typu znalazły zastosowanie prawie we wszystkich pojazdach i urządzeniach

przemysłowych, a także w zwiększającej się z upływem czasu liczbie samochodów¹.

Niestety silniki te są źródłem spalin niebezpiecznych dla zdrowia człowieka i środowiska naturalnego. W dobie dużego zainteresowania zdrowiem publicznym emisje silników wysokoprężnych należą do najbardziej zbadanych zanieczyszczeń antropogenicznych. Znajduje to odzwierciedlenie w liczbie publikacji naukowych w tej dziedzinie².

Źródła zanieczyszczeń powietrza w podziemnych wyrobiskach górniczych możemy podzielić na dwie główne grupy. Pierwsza to zanieczyszczenia pochodzenia „naturalnego” – np. gazy, takie jak siarkowodór, tlenki siarki i węgla, metan czy inne węglowodory. Druga grupa zanieczyszczeń związana jest bezpośrednio z działalnością człowieka i fedrunkiem. Część zanieczyszczeń można zaklasyfikować do obu grup. Głównym źródłem zanieczyszczenia powietrza w podziemnych wyrobiskach górniczych związanym z drugą grupą są układy wydechowe maszyn pracujących przy fedrunku oraz odstawie urobku (pozostałe to gazy pochodzące z robót strzałowych lub innych prac, np. spawalniczych, jednak nie mają one istotnego wpływu na wielkość całkowitą emisji w porównaniu do gazów pochodzących ze spalania w silnikach Diesla). Głównymi składnikami gazów emitowanych z silników Diesla są: produkty niecałkowitego (część węglowodorów) i niezupełnego spalania (węglowodory, tlenek węgla, aldehydy i sadze), produkty uboczne spalania (tlenki azotu) oraz produkty powstałe z dodatków i zanieczyszczeń obecnych w paliwie i oleju silnikowym. W atmosferze spaliny ulegają rozcieńczeniu oraz przemianom chemicznym i fizycznym, a także dyspersji i transportowi. Trwałość niektórych związków obecnych w spalinach waha się od kilku godzin do kilku dni³.

¹ M. Pośniak, E. Jankowska, M. Szewczyńska, L. Zapór, A. Brochocka, P. Pietrowski, *Zagrożenia spalinami silników Diesla*, Warszawa 2010.

² J. Szymańska, B. Frydrych, E. Bruchajzer, *Spaliny emitowane z silników Diesla, mierzone jako węgiel elementarny. Dokumentacja proponowanych dopuszczalnych wielkości narażenia zawodowego*, „Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy” 2019, nr 4(102), s. 43–103.

³ J. Szymańska, B. Frydrych, E. Bruchajzer, *Spaliny emitowane z silników Diesla, mierzone jako węgiel elementarny. Dokumentacja proponowanych dopuszczalnych wielkości narażenia zawodowego*, „Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy” 2019, nr 4(102), s. 43–103.

Spaliny silników Diesla to wieloskładnikowe mieszaniny kilkuset związków chemicznych powstające w wyniku niecałkowitego spalania paliwa i oleju silnikowego, a także zawartych w nich modyfikatorów i zanieczyszczeń. Są to mieszaniny substancji o różnych stanach skupienia: ciekłym, gazowym i stałym⁴. Skład wszystkich trzech frakcji zależy od rodzaju silnika, składu paliwa, dodatków modyfikatorów oraz warunków wentylacyjno-klimatycznych, w jakich pracują maszyny górnicze^{5,6}.

W skład fazy gazowej wchodzi tlenki węgla, tlenki azotu, tlenki siarki oraz związki organiczne, takie jak węglowodory alifatyczne i ich pochodne, węglowodory aromatyczne i ich pochodne, aldehydy, ketony czy wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA). Zjawiskiem charakterystycznym dla silników Diesla jest emisja cząstek stałych. Do cząstek stałych, oznaczanych symbolem PM (z ang. *Particulate Matter*), zaliczane są wszystkie substancje, które opuszczają rurę wydechową w stanie innym niż gazowy, czyli ciekłym lub stałym. Spaliny emitowane z silników Diesla zawierają 20–100 razy więcej cząstek stałych niż spaliny pochodzące z silników benzynowych^{7,8,9}. Na wielkość emisji tych cząstek ma wpływ wiele czynników, między innymi zawartość siarki w paliwie, liczba cetanowa oraz gęstość paliwa. Węgiel elementarny (pierwiastkowy) jest głównym

⁴ J. Szymańska, B. Frydrych, E. Bruchajzer, *Spaliny emitowane z silników Diesla, mierzone jako węgiel elementarny. Dokumentacja proponowanych dopuszczalnych wielkości narażenia zawodowego*, „Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy” 2019, nr 4(102), s. 43–103.

⁵ E.G. Giakoumis, C.D. Rakopoulos, A.M. Dimaratos, D.C. Rakopoulos, *Exhaust emissions with ethanol or n-butanol diesel fuel blends during transient operation: A review*, „Renewable and Sustainable Energy Reviews” 2013, nr 13, s. 170–190,

⁶ J. Szymańska, B. Frydrych, E. Bruchajzer, *Spaliny emitowane z silników Diesla, mierzone jako węgiel elementarny. Dokumentacja proponowanych dopuszczalnych wielkości narażenia zawodowego*, „Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy” 2019, nr 4(102), s. 43–103.

⁷ R.O. McClellan, *Health Effects of Diesel Exhaust: A Case Study in Risk Assessment*, „American Industrial Hygiene Association Journal” 1986, nr 47(1).

⁸ *Current Directions & Evolving Strategies*, https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/pubs/currentdirections2014_508.pdf, [dostęp: od 01.2014 r.].

⁹ J. Szymańska, B. Frydrych, E. Bruchajzer, *Spaliny emitowane z silników Diesla, mierzone jako węgiel elementarny. Dokumentacja proponowanych dopuszczalnych wielkości narażenia zawodowego*, „Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy” 2019, nr 4(102), s. 43–103.

składnikiem cząstek stałych, na których powierzchni zaadsorbowane są związki organiczne i nieorganiczne, głównie siarczany¹⁰.

W skład organicznej frakcji rozpuszczalnej, stanowiącej około 15–45% masy cząstek stałych, wchodzi frakcje: parafinowa (mieszanina węglowodorów alifatycznych C5–C40), aromatyczna (mieszanina węglowodorów aromatycznych, wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych i ich pochodnych, octanów, aldehydów), kwasowa (mieszanina fenolu i jego pochodnych), zasadowa (anilina i jej pochodne, pirydyna i jej pochodne), przejściowa (dioksan, metoksyfenantren). Frakcja nierozpuszczalna poza węglem zawiera również związki siarki, metale oraz wodę związaną z siarczanami. Proporcje między węglem pochodzenia organicznego i nieorganicznego w spalinach zależą od bardzo wielu czynników, a przede wszystkim od rodzaju oleju napędowego, typu silnika, trwania cyklu spalania, stanu technicznego silnika, sposobu pracy operatora/kierowcy oraz zastosowanych urządzeń ograniczających emisję. Z reguły węgiel elementarny stanowi większą część masy cząstek stałych spalin silników Diesla niż rozpuszczalna frakcja organiczna^{11,12}.

Podstawowym napędem stosowanym w górnictwie podziemnym jest silnik spalinowy. Ze względu na powszechność użycia prowadzi się intensywne badania i proponuje rozwiązania mające na celu poprawę warunków i jakości eksploatacji maszyn z silnikami spalinowymi. Stosowane w górnictwie napędy spalinowe spełniają obowiązujące wymagania stawiane dla tego typu urządzeń, przy czym wciąż istnieją możliwości poprawy związane z własnościami konstrukcyjnymi, np. przez zmniejszenie gabarytów i masy, oraz eksploatacyjnymi, takimi jak ułatwienie czynności obsługowych, a przede wszystkim zmniejszenie zagrożeń z emisji spalin. Zwraca się również uwagę na bezpieczeństwo eksploatacji. Należy zauważyć, że silniki spalinowe maszyn pracują w ograniczonej przestrzeni

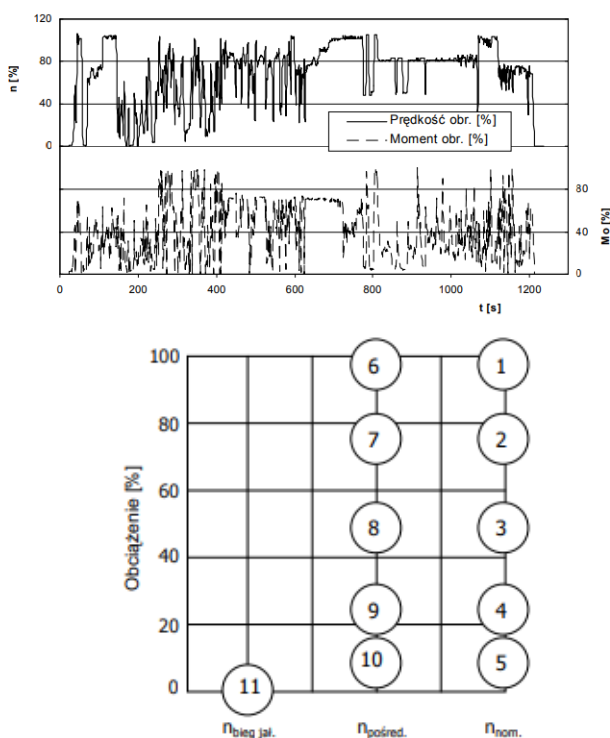
¹⁰ M. Pośniak, E. Jankowska, M. Szewczyńska, L. Zapór, A. Brochocka, P. Pietrowski, *Zagrożenia...*, *op.cit.*

¹¹ M.M. Maricq, *Chemical characterization of particulate emissions from diesel engines: A review*, „Journal of Aerosol Science” 2007, nr 38(11), s. 1079–1118.

¹² J. Szymańska, B. Frydrych, E. Bruchajzer, *Spaliny emitowane z silników Diesla, mierzone jako węgiel elementarny. Dokumentacja proponowanych dopuszczalnych wielkości narażenia zawodowego*, „Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy” 2019, nr 4(102), s. 43–103.

wyrobisk, wykorzystując w procesie spalania paliwa powietrze przepływające wyrobiskami kopalni¹³.

Analizę parametrów pracy maszyn z silnikami spalinowymi przeprowadza się w aspekcie obowiązującego testu homologacyjnego ISO-8178. Również pomiary emisji szkodliwych składników spalin dla pojazdów o zastosowaniu poza drogowym, w tym górniczych, są wykonywane w teście statycznym NRSC 8178 (*Non-Road Stationary Cycle*) oraz według nowego testu dynamicznego NRTC (*Non-Road Transient Cycle*) według schematu przedstawionego na Rysunku 1. Dla badanego silnika



Rysunek 1. Przebieg testu NRTC (na górze) oraz schemat testu 11-fazowego wg ISO 8178 (na dole).

Źródło: I. Pielecha, J. Pielecha, *Tendencje w przepisach dotyczących emisji związków toksycznych przez silniki spalinowe pojazdów szynowych*, „Pojazdy Szynowe” 2005, nr 1.

¹³ N. Szlązak, M. Borowski, *Analiza emisji składników spalin z maszyn z silnikami spalinowymi w kopalniach podziemnych*, „Górnictwo i Geologia” 2013, T. 8, z. 4.

test NRTC będzie wykonywany dwukrotnie, dla silnika gorącego oraz z uwzględnieniem zimnego rozruchu. Wynik końcowy będzie średnią, ze współczynnikiem udziału 0,1 dla testu z zimnym rozruchem¹⁴.

W teście tym dla podanych prędkości obrotowych, w zależności od obciążenia przyjmuje się odpowiednie wagi (zamieszczone w Tabeli 1), w celu wyznaczenia całkowitej emisji składników spalin. Dla maszyn z silnikami spalinowymi stosowanymi w górnictwie wykonuje się test typu C1^{15,16,17}.

Tabela 1. Rozkład faz testu Typu C1.

Numer trybu (z rys. 1)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Moment obrotowy, %	100	75	50	25	10	100	75	50	25	10	0
Prędkość obrotowa	nominalna					pośrednia				bieg jałowy	
Maszyny pozadrogowe											
Typ C1	0.15	0.15	0.15	-	0.10	0.10	0.10	0.10	-	-	0.15

Źródło: I. Pielecha, J. Pielecha, Tendencje w przepisach dotyczących emisji związków toksycznych przez silniki spalinowe pojazdów szynowych, „Pojazdy Szynowe” 2005, nr 1.

Emisja szkodliwych związków do atmosfery kopalnianej zależy od wielu czynników: stanu silnika, rodzaju paliwa, warunków wentylacyjno-klimatycznych i innych. Wymagania dotyczące dopuszczenia do stosowania napędów spalinowych w podziemnych wyrobiskach górniczych zawarte są między innymi w normie PN-G-36000:1997: Napędy spalinowe dla podziemnych pojazdów górniczych – Wymagania oraz normie PN-G-36001:1999: Napędy spalinowe dla podziemnych pojazdów górniczych – Badania.

¹⁴ N. Szlązak, M. Borowski, *Analiza emisji składników spalin z maszyn z silnikami spalinowymi w kopalniach podziemnych*, „Górnictwo i Geologia” 2013, T. 8, z. 4; Emission Test Cycles, <https://dieselnet.com/standards/cycles/index.php>, [dostęp: od 02.2005 r.]; I. Pielecha, J. Pielecha, *Tendencje w przepisach dotyczących emisji związków toksycznych przez silniki spalinowe pojazdów szynowych*, „Pojazdy Szynowe” 2005, nr 1.

¹⁵ N. Szlązak, M. Borowski, *Analiza emisji składników spalin z maszyn z silnikami spalinowymi w kopalniach podziemnych*, „Górnictwo i Geologia” 2013, T. 8, z. 4.

¹⁶ Emission Test Cycles, <https://dieselnet.com/standards/cycles/index.php>, [dostęp: od 02.2005 r.].

¹⁷ I. Pielecha, J. Pielecha, *Tendencje w przepisach dotyczących emisji związków toksycznych przez silniki spalinowe pojazdów szynowych*, „Pojazdy Szynowe” 2005, nr 1.

W normie z 1997 r. możemy znaleźć zapis, że silnik maszyny z napędem spalinowym powinien być tak skonstruowany, aby zawartość substancji toksycznych w spalinach w żadnym ustalonym stanie pracy silnika nie przekraczała następujących wartości dopuszczalnych:

- tlenek węgla – 500 ppm,
- tlenki azotu – 750 ppm,
- węglowodory – 200 ppm,
- sadza (części stałe) – stan zacinienia: 3 według skali Boscha.

Z kolei w normie z 1999 r. zaleca się pomiary stężeń szkodliwych składników w spalinach nierozrzedzonych, w miejscu wskazanym przez dokumentację techniczno-ruchową, przez określenie zawartości następujących substancji:

- tlenku węgla – za pomocą analizatora działającego na zasadzie pochłaniania promieniowania podczerwonego,
- tlenków azotu – za pomocą analizatora działającego na zasadzie chemoluminescencji,
- sumy węglowodorów – za pomocą analizatora płomieniowo-jonizacyjnego,
- cząstek stałych (sadzy) – należy przeprowadzać zgodnie z punktem 5 normy PN-ISO 8178-3, stosując dymomierz filtracyjny działający wg metody Boscha.

Pomiary należy wykonać na stanowisku badawczym – hamowni. Badania tego typu trzeba przeprowadzić przy zasilaniu silnika powietrzem niezawierającym metanu¹⁸. Pomiary szkodliwych składników spalin wykonuje się tylko dla maszyn wprowadzanych do eksploatacji. Brak jest przepisów, które wymagałyby prowadzenia pomiarów kontrolnych w trakcie eksploatacji. W rozporządzeniu w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych z 2017 r. zapisano, że układy wydechowe silników powinny spełniać wymagania, w których określono, że „zawartość tlenku węgla w spalinach wyrzucanych do atmosfery nie może przekraczać 500 ppm”. Niemniej jednak nie podano, po jakim czasie eksploatacji maszyny z silnikiem spalinowym należy dokonać pomiaru. Dodatkowo dopuszczalne emisje

¹⁸ N. Szlązak, M. Borowski, *Analiza emisji składników spalin z maszyn z silnikami spalinowymi w kopalniach podziemnych*, „Górnictwo i Geologia” 2013, T. 8, z. 4.

substancji toksycznych w spalinach silników instalowanych w maszynach przeznaczonych do pracy pod ziemią podano w Tabeli 2.

Tabela 2. Dopuszczalne emisje substancji toksycznych w spalinach silników instalowanych w maszynach przeznaczonych do pracy pod ziemią. Są one zgodne z wartościami zawartymi w normie PN-EN1679-1+A1:2011, zharmonizowanej z dyrektywą maszynową. Dotyczą one silników spalinowych o mocy od 37 kW do 560 kW.

Dopuszczalne emisje substancji toksycznych według PN-EN 1679-1+A1:2011[4]				
Moc silnika	Tlenek węgla [CO]	Węglowodory [HC]	Tlenki azotu [NOX]	Cząstki stałe [PM]
[kW]	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]
37-75	6,5	1,3	9,2	0,85
75-130	5,0	1,3	9,2	0,70
130-560	5,0	1,3	9,2	0,54

Źródło: Opracowanie własne na podstawie I. Pielecha, J. Pielecha, *Tendencje w przepisach dotyczących emisji związków toksycznych przez silniki spalinowe pojazdów szynowych*, „Pojazdy Szynowe” 2005, nr 1.

W Tabeli 3. podano dopuszczalne emisje substancji toksycznych w spalinach, określone w uchylonej dyrektywie spalinowej¹⁹.

W zakresie emisji spalin dla pojazdów niedrogowych od 1 stycznia 2017 roku obowiązuje Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/1628 z dnia 14 września 2016 r. uchylające dyrektywę spalinową i wprowadzające wymagania etapu V (Tabela 4). Wymagania te znacząco obniżyły poziom emisji cząstek stałych w stosunku do wymagań etapu IV uchylonej dyrektywy spalinowej²⁰.

Należy także zwrócić uwagę na obowiązujące od 1 lipca 2017 r. Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie

¹⁹ Pieczora E., Dobrzaniecki P., *O wymaganiach dla napędów spalinowych do podziemnych wyrobisk kopalń węgla kamiennego*, „Mining – Informatics, Automation and Electrical Engineering” 2018, nr 2.

²⁰ Pieczora E., Dobrzaniecki P., *O wymaganiach dla napędów spalinowych do podziemnych wyrobisk kopalń węgla kamiennego*, „Mining – Informatics, Automation and Electrical Engineering” 2018, nr 2.

Tabela 3. Dopuszczalne emisje substancji toksycznych w spalinach, określone w uchylonej dyrektywie spalinowej (Dyrektywa 97/68/WE; ETAP=STAGE).

Moc	Data wprowadzenia	Tlenek węgla CO	Węglowodory HC	Tlenki azotu NO _x	Cząstki stałe PM
[kW]	-	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]
Etap I (STAGE I)					
37-75	04.1999	6,5	1,3	9,2	0,85
75-130	01.1999	5,0	1,3	9,2	0,70
130-560	01.1999	5,0	1,3	9,2	0,54
Etap II (STAGE II)					
19-37	01.2001	5,5	1,5	8,0	0,8
37-75	01.2004	5,0	1,3	7,0	0,4
75-130	01.2003	5,0	1,0	6,0	0,3
130-560	01.2002	3,5	1,0	6,0	0,2
Etap IIIA (STAGE IIIA)					
19-37	01.2007	5,5	NO _x +HC -7,5		0,6
37-75	01.2008	5,0	NO _x +HC -4,7		0,4
75-130	01.2007	5,0	NO _x +HC -4,0		0,3
130-560	01.2006	3,5	NO _x +HC -4,0		0,2
Etap IIIB (STAGE IIIB)					
37-56	01.2013	5,0	NO _x +HC -4,7		0,025
56-75	01.2012	5,0	0,19	3,3	0,025
75-130	01.2012	5,0	0,19	3,3	0,025
130-560	01.2011	3,5	0,19	2,0	0,025
Etap IV (STAGE IV)					
56-130	10.2014	3,5	0,19	0,4	0,025
130-560	01.2014	5,0	0,19	0,4	0,025

Źródło: Opracowanie własne na podstawie I. Pielecha, J. Pielecha, *Tendencje w przepisach dotyczących emisji związków toksycznych przez silniki spalinowe pojazdów szynowych*, „Pojazdy Szynowe” 2005, nr 1.

Tabela 4. Dopuszczalne emisje substancji toksycznych według Rozporządzenia

Moc	Data wprowadzenia	Tlenek węgla CO	Węglowodory HC	Tlenki azotu NO _x	Cząstki stałe PM
[kW]	-	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]
Etap V (STAGE V)					
37-56	01.2019	5,0	NO _x +HC -4,7		0,015
56-130	01.2020	5,0	0,19	0,4	0,015
130-560	01.2019	3,5	0,19	0,4	0,015

Źródło: Opracowanie własne na podstawie I. Pielecha, J. Pielecha, *Tendencje w przepisach dotyczących emisji związków toksycznych przez silniki spalinowe pojazdów szynowych*, „Pojazdy Szynowe” 2005, nr 1.

szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych, które w §635 zawiera następujące zapisy: „Liczbę pojazdów i maszyn z napędem spalinowym pracujących równocześnie w wyrobisku ustala się w sposób zapewniający nieprzekroczenie

dopuszczalnych wartości stężenia szkodliwych gazów w powietrzu, o których mowa w §142 ust. 2 (tj. dwutlenku węgla maks. 1%, tlenku węgla maks. 0,0026 %, tlenku azotu maks. 0,00026%, dwutlenku siarki maks. 0,000075%, siarkowodoru, maks. 0,0007% przy zachowaniu zawartości tlenu min. 19%)”.

Metody pomiarowe

W celu oceny poziomu różnych zanieczyszczeń emitowanych z układów wydechowych wykonano pomiary na 69 maszynach górniczych, na trzech różnych prędkościach obrotowych:

- bieg jałowy (od 650 rpm do 1100 rpm, w zależności od rodzaju maszyny i typu silnika),
- ok. 50% obrotów maksymalnych (od 1000 rpm do 1500 rpm),
- ok. 100 % obrotów maksymalnych (od 1800 rpm do 2500 rpm).

Do pomiarów wytypowano różne typy maszyn biorące udział w fedrunku, odstawie urobku oraz innych pracach na oddziałach wydobywczych (obrywka stropu, utrzymywanie drożności dróg transportowych itp.).

Silniki pracujące w maszynach spełniały różne wartości dopuszczalne emisji, charakterystyczne dla poszczególnych etapów (ang. *stage*):

- STAGE II – 21 maszyn;
- STAGE IIIA – 23 maszyn;
- STAGE IIIB – 13 maszyn;
- STAGE IV – 11 maszyn;
- STAGE V – 1 maszyna.

Do analizy wielkości emisji gazów i cząstek stałych w spalinach maszyn górniczych wykorzystano analizator spalin firmy Ecom (model J2KN). Analizator wyposażony jest w elektrochemiczne czujniki gazowe, cele pomiarowe podczerwieni oraz sondy półprzewodnikowe, co umożliwia pomiar parametrów, które zestawiono w Tabeli 6.

Dodatkowo analizator wyposażony jest w mobilny panel sterujący urządzeniem z własnym zasilaniem bateryjnym, zestaw sond, rejestrator umożliwiający wydruk bieżących wyników oraz wzornik stopnia sadzy w skali od 0 do 9.

Tabela 5. Parametry techniczne przykładowych silników stosowanych w maszynach górniczych pracujących w podziemnych wyrobiskach górniczych.

	STAGE II (wóz odstawczy)	STAGE IIIA (ładowarka)	STAGE IIIB (ładowarka)	STAGE IV (ładowarka)	STAGE V (ładowarka)	STAGE II (wóz odstawczy)	STAGE IV (wóz odstawczy)
Typ silnika	CUMMINS4B-TAA C-125	DEUTZ 2013 L06 2V	Mercedes OM-460LA	Volvo TAD1372VE	DEUTZ TCD 7.8 L6	CUMMINS 6BTA 5.9C-185	CUMMINS QSB 6.7C-240
Typ konstrukcji	Czterosuwowy	Czterosuwowy	Czterosuwowy	Czterosuwowy	Czterosuwowy	Czterosuwowy	Czterosuwowy
Sposób spalania	Bezpośredni wtrysk paliwa	Bezpośredni wtrysk paliwa	Bezpośredni wtrysk paliwa	Bezpośredni wtrysk paliwa	Bezpośredni wtrysk paliwa	Bezpośredni wtrysk paliwa	Bezpośredni wtrysk paliwa
Rodzaj silnika	Wysokoprężny z turbosprężarką	Wysokoprężny z turbosprężarką	Wysokoprężny z turbosprężarką	Wysokoprężny z turbosprężarką	Wysokoprężny z turbosprężarką	Wysokoprężny z turbosprężarką	Wysokoprężny z turbosprężarką
Chłodzenie	Chłodzenie cieczą	Chłodzenie cieczą	Chłodzenie cieczą	Chłodzenie cieczą	Chłodzenie cieczą	Chłodzenie cieczą	Chłodzenie cieczą
Pojemność silnika	3900 cm ³	7146 cm ³	12820 cm ³	12780 cm ³	7755 cm ³	5900 cm ³	6700 cm ³
Obroty znamionowe	2200 obr./min	2300 obr./min	1800 obr./min	1900 obr./min	2200 obr./min	2400 obr./min	2200 obr./min
Obroty maksymalne	2400 obr./min	2400 obr./min	2250 obr./min	2200 obr./min	2400 obr./min	2500 obr./min	2400 obr./min
Moc	93 kW	181 kW	295 kW	315 kW	200 kW	112 kW	179 kW
Systemy oczyszczania spalin	Brak SCR i DPF.	Brak SCR i DPF.	Selektywny katalizator spalin SCR oraz system AdBlue.	Selektywny katalizator spalin SCR oraz system AdBlue.	Selektywny katalizator spalin SCR (podwójny układ SCR) oraz system AdBlue.	Brak SCR i DPF.	Katalizator CUMMINS oraz filtr cząstek stałych DPF.

Źródło: dane techniczne pochodzące od producentów danej maszyny.

Tabela 6. Pomiar zawartości cząstek stałych – metoda porównawcza ze skalą liczby / stopniem sadzy wg DIN 51402.

Mierzony parametr	Zakres pomiarowy	Metoda pomiarowa
O ₂	0 – 21%	metoda elektrochemiczna
CO	0 – 4000 ppm	metoda elektrochemiczna
NO	0 – 5000 ppm	metoda elektrochemiczna
NO ₂	0 – 1000 ppm	metoda elektrochemiczna
NO _x	0 – 5000 ppm	metoda elektrochemiczna
SO ₂	0 – 5000 ppm	metoda elektrochemiczna
C _x H _y	0 – 4%	metoda katalityczna
CO ₂	0 – 20%	metoda podczerwieni
Temp. spalin	0 – 500°C	
Temp. powierzchni	0 – 99°C	

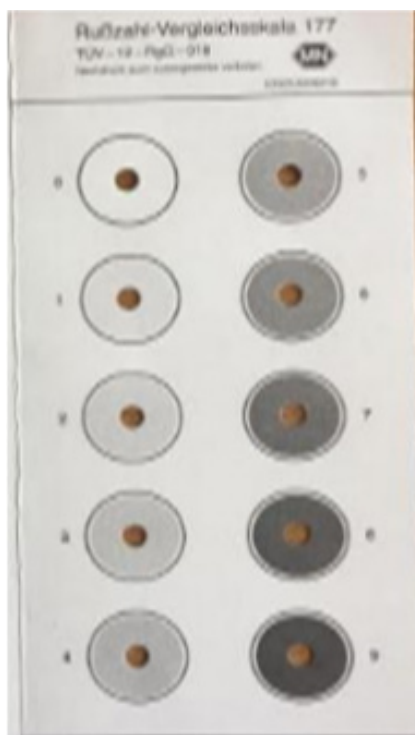
Źródło: opracowanie własne.

Pomiar na każdej z trzech prędkości obrotowych prowadzony był do czasu uzyskania stabilnej emisji z układu wydechowego dla wszystkich badanych zanieczyszczeń (ok. 5 min).



Rysunek 2. Przenośny analizator spalin firmy Ecom.

Źródło: www.introl.pl.



Rysunek 3. Wzornik zaczernienia filtra, który służy do wyznaczenia poziomu emisji cząstek stałych w 10-stopniowej skali Boscha.

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki pomiarów

W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki pomiarów emisji wybranych zanieczyszczeń z układów wydechowych maszyn górniczych pracujących w podziemnych wyrobiskach górniczych. Wielkość emisji została zmierzona dla następujących parametrów (opracowaniu zostaną jednak przedstawione i omówione wyniki pomiarów uzyskane dla wybranych parametrów):

- tlenek węgla,
- dwutlenek węgla,
- dwutlenek siarki,
- tlenki azotu (tlenek i dwutlenek),
- suma węglowodorów (CxHy),
- pomiar cząstek stałych (wg DIN51402),
- temperatura spalin.

Testy homologacyjne silników są wykonywane na hamowni silnikowej według testu statycznego NRSC 8178 oraz testu dynamicznego NRTC. Warunki, w których prowadzone są oba testy mogą znacznie różnić się od warunków, w których będzie pracować dany silnik w konkretnej maszynie górniczej. Również warunki środowiskowe oraz wentylacyjno-klimatyczne w podziemnych wyrobiskach są odmienne od tych, w których silnik był homologowany. Zgodnie z założeniami kolejne etapy wdrażania nowych konstrukcji silników, wraz z dodatkowymi układami oczyszczania spalin, mają na celu zmniejszenie emisji szkodliwych substancji, przede wszystkim tlenków azotu, węglowodorów oraz cząstek stałych. Począwszy od roku 1999, kiedy wprowadzono normę emisji spalin STAGE I, przez następne lata, w których wprowadzano kolejne wymagania, aż do obecnie obowiązującego STAGE V ²¹.

Wprowadzanie kolejnych norm czystości spalin jest również skorelowane z obniżaniem NDS na stanowiskach pracy; związków, które są emitowane w spalinach pochodzących z układów wydechowych maszyn górniczych (np. w ostatnich latach w Polsce obniżenie wartości NDS dla tlenu azotu, benzenu, WWA czy wprowadzenie nowego parametru

²¹ Emission Test Cycles, <https://dieselnet.com/standards/cycles/index.php>, [dostęp: 09.2016 r].

w postaci pomiaru stężenia EC na stanowiskach pracy narażonych na kontakt ze spalinami pochodzącymi z silników Diesla).

Pomiar wielkości emisji spalin z maszyn górniczych pracujących w podziemnych wyrobiskach górniczych odbywał się głównie na komorach remontowo-przeglądowych podczas ich okresowego przeglądu technicznego. Jednakże wykonano również pomiary kilku tych samych maszyn pracujących na oddziałach wydobywczych, w warunkach zbliżonych do ich codziennej pracy, w celu porównania wielkości emisji w dwóch różnych lokalizacjach w kopalni.

W wielu podziemnych kopalniach na całym świecie wykorzystuje się różne systemy czujników, detektorów czy urządzeń pomiarowych, które w szybkim czasie mogą ostrzegać pracowników o możliwości przekroczenia najwyższych dopuszczalnych stężeń gazów w powietrzu kopalnianym. W przypadku wystąpienia takiej sytuacji najczęstszym rozwiązaniem jest wycofanie się z miejsca pracy do czasu ustalenia przyczyny przekroczenia i jego eliminacji (np. przez doprowadzenie dodatkowej ilości powietrza wentylatorami lutniowymi czy wolnostrumieniowymi) lub ograniczeniem ilości pracujących w danym rejonie maszyn górniczych.

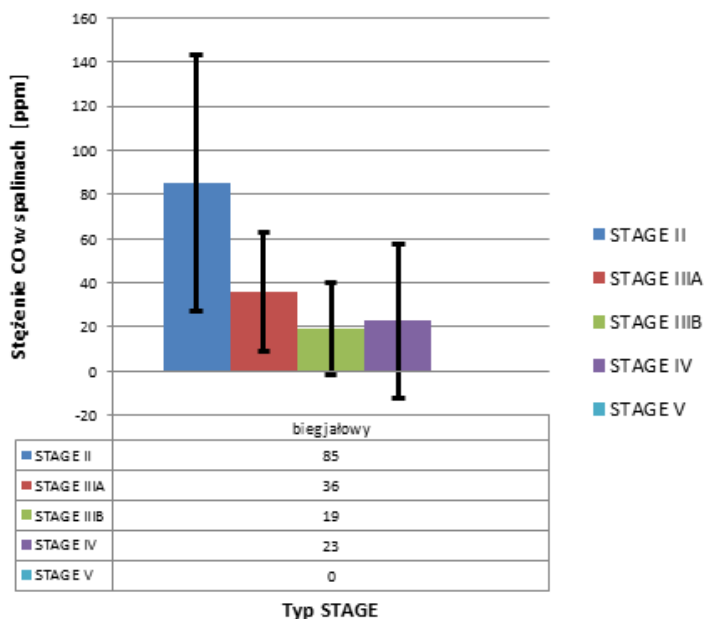
Wszystkie te działania mają na celu zapewnienie bezpiecznej pracy osobom pracującym w danym rejonie kopalni, jednocześnie wiążą się z kosztami wstrzymania na określony czas pracy, koniecznością doprowadzenia dodatkowej ilości świeżego powietrza w celu rozcieńczenia podwyższonych stężeń zanieczyszczeń czy wydłużeniem robót w danym rejonie, ze względu na ograniczenia w ilości maszyn górniczych mogących pracować jednocześnie w danym miejscu.

Pomiar emisji tlenku węgla z układów wydechowych maszyn górniczych w zależności od typu silnika (odpowiedni poziom STAGE) dla różnych prędkości obrotowych

Na poniższych wykresach (Rysunek 4, Rysunek 5, Rysunek 6) przedstawiono wyniki pomiarów wielkości emisji tlenku węgla w ppm z układów wydechowych maszyn górniczych pracujących w podziemnych wyrobiskach górniczych. Wartość dopuszczalna, zgodnie z polskimi przepisami,

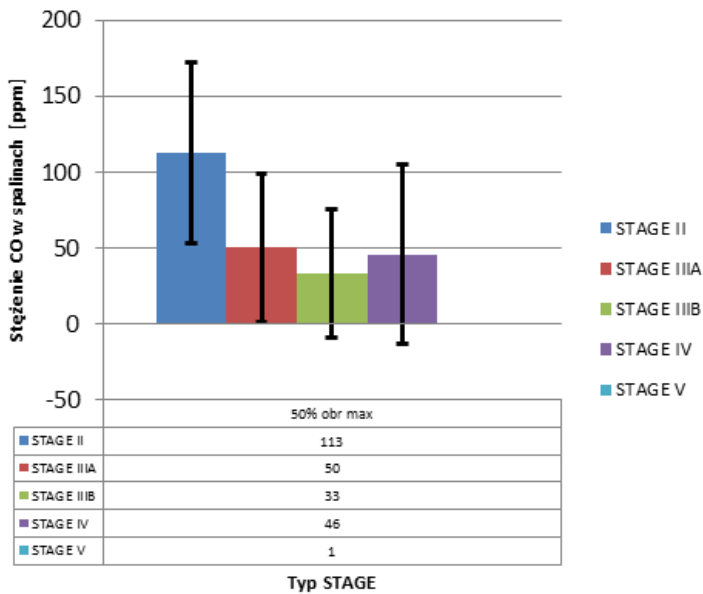
wynosi 500 ppm i w żadnym przypadku nie została ona przekroczona (dla różnych prędkości obrotowych silnika czy typu STAGE). Wyraźnie widać również zależność wielkości emisji od poziomu STAGE – im wyższy, tym niższa emisja. Dla maszyny wyposażonej w silnik spełniający normę STAGE V poziom emisji tlenku węgla był bliski zeru (podobnie było w niektórych przypadkach maszyn ze STAGE IIIB i STAGE IV). Najniższą emisję tlenku węgla zaobserwowano na obrotach zbliżonych do maksymalnych, a najwyższą na poziomie około 50% obrotów maksymalnych. W każdej z grup widać duże zróżnicowanie wyników wokół średniej. W każdej z grup STAGE wyniki zostały uśrednione z różnych typów maszyn (ładowarki, wozy odstawcze, obrywaki, spychy). Silniki pracujące w każdej z maszyn miały również różne przebiegi (od kilkuset do kilkunastu tysięcy godzin pracy).

Pomiar emisji tlenków azotu (NO_x) z układów wydechowych maszyn górniczych w zależności od typu silnika (odpowiedni poziom STAGE) dla różnych prędkości obrotowych



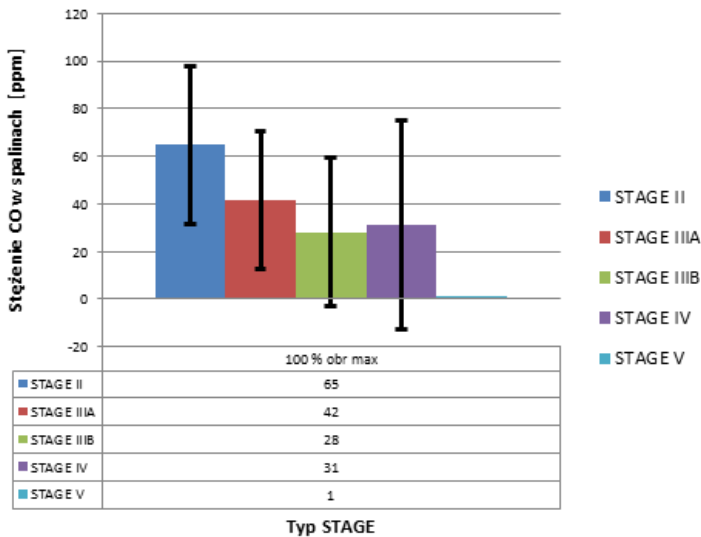
Rysunek 4. Stężenie tlenku węgla (CO) w spalinach maszyn górniczych w zależności od typu STAGE – bieg jałowy.

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 5. Stężenie tlenku węgla (CO) w spalinach maszyn górniczych w zależności od typu STAGE – 50% obrotów maksymalnych.

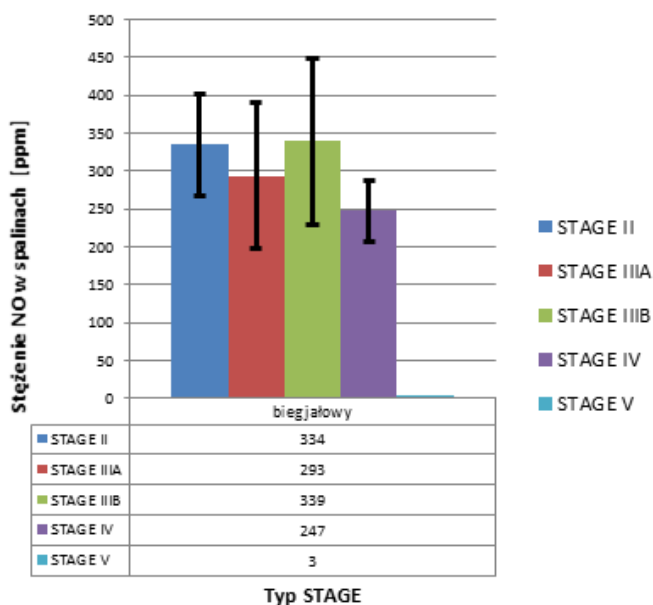
Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 6. Stężenie tlenku węgla (CO) w spalinach maszyn górniczych w zależności od typu STAGE – 100% obrotów maksymalnych.

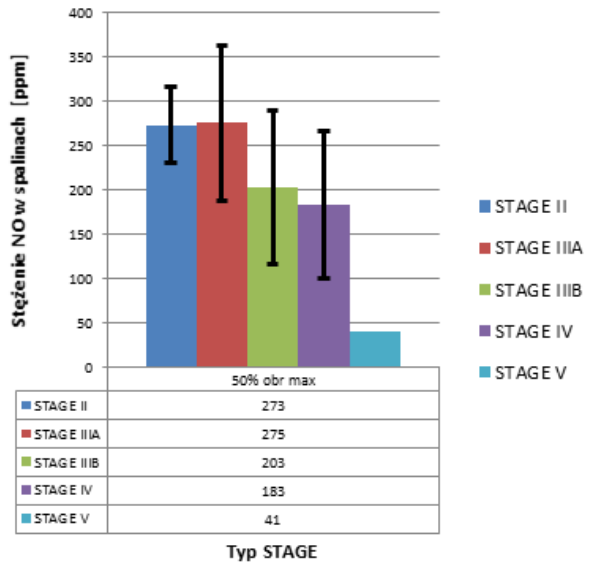
Źródło: opracowanie własne.

W przypadku pomiaru wielkości emisji tlenków azotu zdecydowano się przedstawić sumę NO_x . W spalinach maszyn górniczych poddanych badaniu stosunek tlenku azotu do dwutlenku azotu był na poziomie od około 80/20 do 95/5, w zależności od rodzaju maszyny, poziomu STAGE i prędkości obrotowej silnika. Nie odnotowano przekroczenia wartości dopuszczalnej w normie, która wynosi 750 ppm. Wyraźną zależność w zmniejszeniu emisji tlenków azotu wraz ze wzrostem poziomu STAGE widać dopiero na 50% obrotów maksymalnych i na 100 % obrotów maksymalnych. Na biegu jałowym emisja wszystkich maszyn (z wyjątkiem STAGE V) była podobna. Było to prawdopodobnie spowodowane skuteczniejszym działaniem systemów oczyszczania spalin w silnikach spełniających wyższe normy STAGE. Na wyższych obrotach spaliny mają wyższą temperaturę, co powoduje wydajniejszą pracę, np. katalizatorów SCR. Również w przypadku wartości średniej dla każdej prędkości obrotowej i poziomu STAGE można zauważyć spore odchylenia spowodowane tymi samymi zmiennymi, które opisano dla pomiarów tlenku węgla.



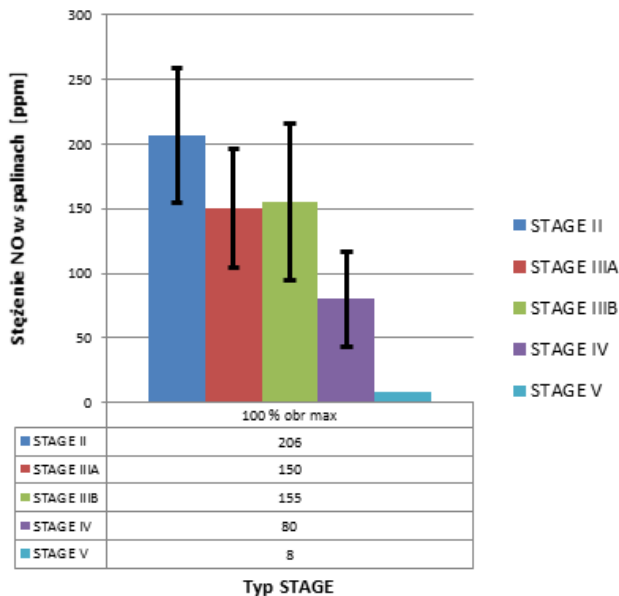
Rysunek 7. Stężenie tlenków azotu (NO_x) w spalinach maszyn górniczych w zależności od typu STAGE – bieg jałowy.

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 8. Stężenie tlenków azotu (NO_x) w spalinach maszyn górniczych w zależności od typu STAGE – 50% obrotów maksymalnych.

Źródło: opracowanie własne.



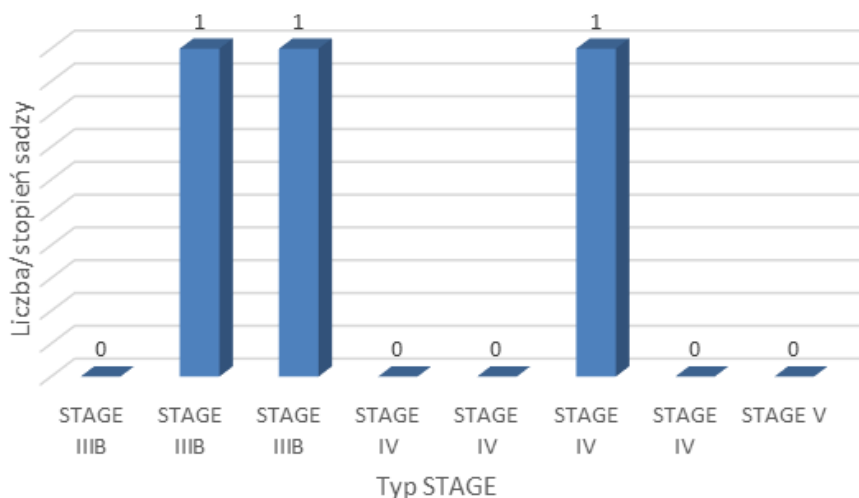
Rysunek 9. Stężenie tlenków azotu (NO_x) w spalinach maszyn górniczych w zależności od typu STAGE – 100% obrotów maksymalnych.

Źródło: opracowanie własne.

Pomiar cząstek stałych z układów wydechowych maszyn górniczych w zależności od typu silnika (odpowiedni poziom STAGE) dla różnych prędkości obrotowych

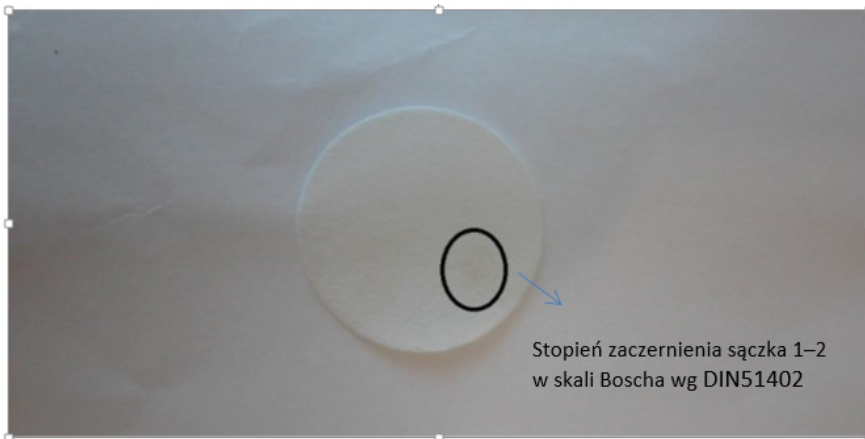
Pomiar cząstek stałych przeprowadzono dla maszyn wyposażonych w filtr cząstek stałych DPF lub układy doczyszczające spaliny za pomocą układów SCR (STAGE IIIB, STAGE IV, STAGE V). Maszyny posiadające sprawnie działający układ doczyszczania spalin z cząstek stałych spełniały wymagania normy i liczba/stopień sadzy nie przekroczyła/ł dopuszczalnej wartości (powyżej 3 w skali Boscha) (Rysunek 10). Na Rysunku 12 przedstawiono sączki, które pobrano z maszyn, których silniki uległy awarii i wymagały naprawy (Rysunek 13B i 13C) w porównaniu do prawidłowo pracującej jednostki (Rysunek 13A). Pomiar poziomu cząstek stałych może być wykorzystany do szybkiej diagnozy sprawności układów doczyszczania spalin z cząstek stałych i/lub prawidłowej pracy silnika wysokoprężnego (Rysunek 11).

Oprócz wyżej wymienionych parametrów podczas pomiarów zmierzono jeszcze stężenia dwutlenku siarki, dwutlenku węgla, tlenu, węglowodorów (CxHy) oraz temperatury spalin.



Rysunek 10. Liczba/stopień sadzy dla silników spełniających STAGE IIIB, STAGE IV, STAGE V (przykładowy pomiar dla biegu jałowego).

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 11. Przykładowy filtr pokazujący pomiar poziomu cząstek stałych ze spalin silników Diesla.

Źródło: opracowanie własne.



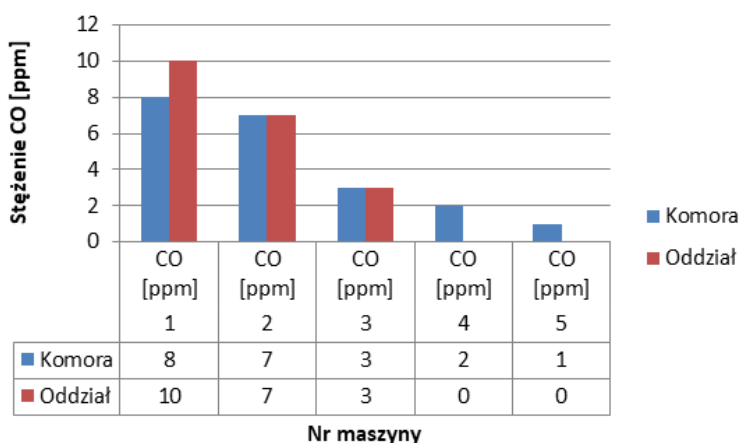
Rysunek 12. Przykładowe próbki pobrane ze spalin samojezdnych maszyn górniczych pracujących w podziemnych wyrobiskach górniczych. A – filtr pobrany z maszyny, w której silnik pracował w sposób prawidłowy; B, C – filtry pobrane z maszyn, których silniki uległy awarii.

Źródło: opracowanie własne.

W przypadku dwutlenku siarki, w żadnej z maszyn nie wykryto stężeń tego gazu. Jest to spowodowane prawdopodobnie tym, że obecnie używa się paliw o niskiej zawartości siarki. W przypadku węglowodorów, norma PN-G-36001:1999 dopuszcza stężenie 200 ppm w spalinach maszyn górniczych. W spalinach żadnej z maszyn nie zmierzono stężeń przekraczających tę wartość, przeważnie były one niższe niż 100 ppm. Temperatura spalin natomiast wahała się od 150°C na biegu jałowym do około 300°C na najwyższych obrotach, w zależności od rodzaju maszyny, silnika i prędkości obrotowej,

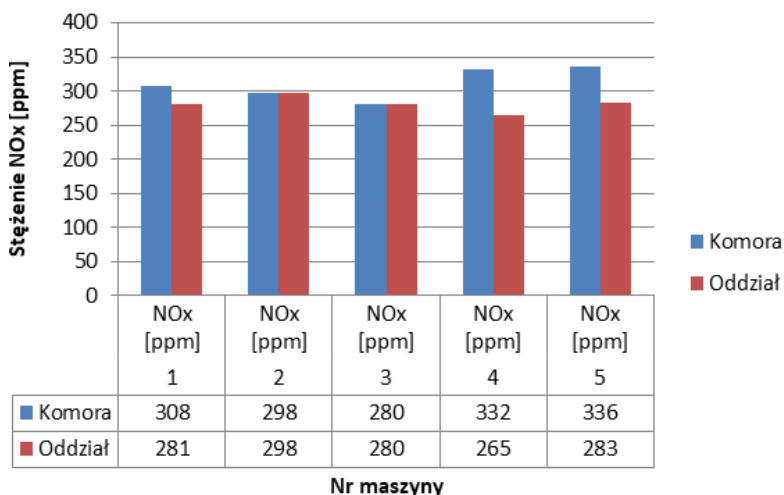
Pomiar stężenia tlenku węgla i tlenków azotu ze spalin maszyn górniczych na komorze remontowej i oddziale wydobywczym

W celu sprawdzenia różnicy w wielkości emisji z układów wydechowych maszyn górniczych na komorze remontowej i oddziale wydobywczym wykonano pięć pomiarów dla różnych maszyn z różnymi silnikami. Pomiar miał na celu sprawdzenie czy pomiary kontrolne, które mogą być wykonywane podczas codziennej pracy maszyn na komorach remontowych, nie odbiegają znacząco od poziomów emisji na oddziale wydobywczym. Pomiar wykonano w identyczny sposób, w obu miejscach mierząc emisję zanieczyszczeń na biegu jałowym, 50 % obrotów maksymalnych i 100 % obrotów maksymalnych. Znaczącą różnicą między tymi pomiarami stanowiły warunki środowiskowe i wentylacyjno-klimatyczne. Na komorach remontowych maszyn zmierzona temperatura wynosiła około 19–20°C, a na oddziałach wydobywczych – około 24–27°C. Analizując stężenia tlenku węgla i sumy NO_x w spalinach maszyn górniczych zmierzone na komorze remontowej i oddziale wydobywczym można zaobserwować, że emisja na oddziale wydobywczym jest w większości



Rysunek 14. Porównanie stężeń tlenku węgla (CO) w spalinach maszyn górniczych zmierzonych na komorze remontowej i oddziale wydobywczym.

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 15. Porównanie stężeń tlenków azotu (NO_x) w spalinach maszyn górniczych zmierzonych na komorze remontowej i oddziale wydobywczym.

Źródło: opracowanie własne.

przypadków identyczna lub niewiele niższa niż na komorze remontowej. Jest to spowodowane tym, że maszyna pracująca na oddziale wydobywczym jest w ciągłym ruchu i jest lepiej rozgrzana, dzięki czemu sprawniej działają wszystkie układy doczyszczania spalin (Rysunek 13; Rysunek 14).

Wykorzystanie monitoringu maszyn w zarządzaniu parkiem maszynowym oraz odpowiednią jakością powietrza i bezpieczeństwem pracy na oddziałach wydobywczych

W podziemnych kopalniach wykorzystuje się różnego rodzaju systemy monitoringu, które mają za zadanie kontrolować różne parametry potrzebne do prawidłowego funkcjonowania kopalni:

- monitoring temperatury i wilgotności,
- monitoring stężeń gazów w powietrzu kopalnianym (naturalnych – np. siarkowódór, metan, lub tych, które powstają wskutek prowadzonych prac górniczych – np. tlenki azotu, tlenek węgla, cząstki stałe),
- monitoring wentylacji,
- monitoring stropów, tępań i inne.

W związku z tym, że w Polsce nie ma wyraźnych przepisów nakazujących monitoring spalin z układów wydechowych (z wyjątkiem pomiarów

tlenku węgla, jednak nie jest określona jego częstotliwość), wiele kopalń nie korzysta z tej możliwości. Jakość powietrza kopalnianego i narażenie pracowników monitoruje się głównie przez pomiar stężeń gazów pochodzących ze spalin silników Diesla na stanowiskach pracy i przyrównuje się te wartości do obowiązujących NDS. W praktyce monitoring dotyczy skutków emisji, a nie jej przyczyn. Wprowadzenie w życie okresowego monitoringu emisji szkodliwych substancji z układów wydechowych może przysłużyć się do lepszego zarządzania parkiem maszynowym (monitoring może służyć do wstępnego diagnozowania potencjalnych usterek pracy silnika i układów doczyszczania spalin; np. wspólnie z układami czujników wibracji i drgań, które są już stosowane w kopalniach) oraz jakością powietrza i bezpieczeństwem pracy na oddziałach wydobywczych. Obecnie najczęstszym sposobem zapewnienia odpowiednich warunków pracy jest odpowiednie przewietrzanie wyrobisk, stosowanie środków ochrony indywidualnej lub zmniejszenie ilości maszyn pracujących w danym rejonie. Wszystkie te zabiegi są kosztowne i pracochłonne (np. doprowadzenie dodatkowego powietrza w rejon o podwyższonych stężeniach gazów).

Określenie poziomu emisji zanieczyszczeń każdej z maszyn pracujących w podziemnych wyrobiskach górniczych może pomóc w lepszej organizacji pracy i obniżyć koszty wydobycia czy zabezpieczenia pracowników. Pomiar emisji zanieczyszczeń może odbywać się okresowo podczas rutynowych przeglądów maszyn (np. po przepracowaniu odpowiedniej liczby godzin). Analizując uzyskane wyniki pomiarów widać wyraźnie duże rozrzuty wokół wartości średnich, co świadczy o tym, że każda z maszyn pracujących w podziemnych wyrobiskach górniczych to osobny przypadek i nie można sugerować się średnią dla danego typu np. ładowarki czy poziomu STAGE.

Znając poziomy emisji każdej z maszyn można tworzyć bazy danych, które następnie będą wykorzystane do zarządzania ich pracą w podziemnych wyrobiskach. Działając w ten sposób można kierować maszyny o najniższym poziomie emisji zanieczyszczeń do miejsc, gdzie wentylacja jest najsłabsza lub miejsc znajdujących się daleko od szybu wdechowego, gdzie świeże powietrze wędruje najdłużej, a maszyny o wyższych poziomach emisji do miejsc, gdzie wentylacja jest dużo lepsza i panują lepsze warunki środowiskowe.

Bibliografia

Artykuły naukowe

- Giakoumis E.G., Rakopoulos C.D., Dimaratos A.M., Rakopoulos D.C., *Exhaust emissions with ethanol or n-butanol diesel fuel blends during transient operation: A review*, „Renewable and Sustainable Energy Reviews” 2013, nr 17.
- Maricq M.M., *Chemical characterization of particulate emissions from diesel engines: A review*, „Journal of Aerosol Science” 2007, nr 38(11).
- McClellan R.O., *Health Effects of Diesel Exhaust: A Case Study in Risk Assessment*, „American Industrial Hygiene Association Journal” 1986, nr 47(1).
- Pieczora E., Dobrzaniecki P., *O wymaganiach dla napędów spalinowych do podziemnych wyrobisk kopalń węgla kamiennego*, „Mining – Informatics, Automation and Electrical Engineering” 2018, nr 2.
- Pielecha I., Pielecha J., *Tendencje w przepisach dotyczących emisji związków toksycznych przez silniki spalinowe pojazdów szynowych*, „Pojazdy Szynowe” 2005, nr 1.
- Szlązak N., Borowski M., *Analiza emisji składników spalin z maszyn z silnikami spalinowymi w kopalniach podziemnych*, „Górnictwo i Geologia” 2013, T. 8, z. 4.
- Szymańska J., Frydrych B., Bruchajzer E., *Spaliny emitowane z silników Diesla, mierzone jako węgiel elementarny. Dokumentacja proponowanych dopuszczalnych wielkości narażenia zawodowego*, „Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy” 2019, nr 4(102).

Pozycje zwarte

- Pośniak M., Jankowska E., Szewczyńska M., Zapór L., Brochocka A., Pietrowski P., *Zagrożenia spalinami silników Diesla*, Warszawa 2010.

Źródła internetowe

- Current Directions & Evolving Strategies*, https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/pubs/currentdirections2014_508.pdf, [dostęp: od 01.2014 r.].
- Emission Test Cycles, <https://dieselnet.com/standards/cycles/index.php>, [dostęp: od 02.2005 r.].

Biogramy autorów

Andrzej Szczurek – uzyskał tytuł magistra w dziedzinie nauk fizycznych w dyscyplinie fizyka, w specjalności fizyka ciała stałego, na Uniwersytecie Wrocławskim w 1978 r. W 1979 roku rozpoczął pracę na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej. Na tej uczelni uzyskał stopień naukowy doktora (1985) i doktora habilitowanego (2007). W 1986 roku przebywał na studiach postdoktorskich na Uniwersytecie Syracuse w USA. Aktualnie jest profesorem PWr i kieruje pracami Laboratorium Techniki Czujnikowych i Badań Jakości Powietrza Wewnętrzznego na Wydziale Inżynierii Środowiska. W latach 2007–2013 kierował zadaniem: „System czujnikowy do pomiaru substancji organicznych” w projekcie: „Czujniki i sensory do pomiarów czynników stanowiących zagrożenie w środowisku – modelowanie i monitoring zagrożeń”. W latach 2013–2016 był kierownikiem projektu „Zmienność w czasie parametrów fizycznych i chemicznych jako źródło kompleksowej informacji o jakości powietrza wewnętrznego”. W latach 2017–2021 kierował projektem „Opracowanie innowacyjnych, inteligentnych narzędzi monitorujących występowanie zgnilca złośliwego (amerykańskiego) oraz podwyższonego poziomu porażenia *Varroa destructor* w rodzinach pszczoły miodnej”. Jego zainteresowania zawodowe koncentrują się na metodach i technikach pomiaru zanieczyszczeń powietrza, ze szczególnym uwzględnieniem zastosowań techniki czujnikowej do oceny jakości środowiska.

Wiesław Szetelnicki – doktor nauk humanistycznych, specjalizujący się w: zarządzaniu, kontroli, PR, CSR, HR i EB, zwłaszcza w jednostkach administracji państwowej, samorządowej, korporacjach i spółkach. Absolwent m.in.: Uniwersytetu Opolskiego (doktorat z zakresu historii), Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu (zarządzanie oraz audyt i kontrola wewnętrzna), Wyższej Szkoły Bankowej we Wrocławiu (MBA), Szkoły Wyższej Psychologii Społecznej w Warszawie (mediacje), Uniwersytetu Wrocławskiego (Wydział Prawa i Administracji – ekspertyza dokumentów). Wykładowca akademicki (2005–2021), autor i współautor kilkudziesięciu artykułów naukowych z zakresu: historii, heraldyki, symboliki, ikonografii i hagiografii, kultury, komunikacji społecznej, nauk społecznych. Jest audytorem i ekspertem (biegłym sądowym z zakresu badania pisma ręcznego i dokumentów). Wykładowca w kraju (Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. Witelona w Legnicy, Uniwersytet Papieski Jana Pawła II w Krakowie, Papieski Wydział Teologiczny we

Wrocławiu) oraz za granicą (w Wilnie, Koszycach, Preszowie i we Lwowie). Posiada również dziesięcioletni staż pracy managerskiej w Grupie Kapitałowej KGHM Polska Miedź S.A. (zarówno w centrali, jak i spółkach). Od 2018 r. Prezes Zarządu Centrum Badań Jakości Sp. z o.o., Sekretarz Rady Związku Pracodawców Polska Miedź.

Marcin Przybyła – absolwent kierunku biotechnologia Uniwersytetu Wrocławskiego oraz kierunku zarządzanie jakością Wyższej Szkoły Bankowej we Wrocławiu. Obecnie realizuje pracę doktorską na Politechnice Wrocławskiej w ramach programu „Doktorat wdrożeniowy”. Współautor publikacji naukowych, opracowań i ekspertyz poświęconych jakości powietrza zewnętrznego, wewnętrznego, kopalnianego oraz metodom i technikom pomiarowym wykorzystywanym podczas pobierania i analizy próbek z podziemnych wyrobisk górniczych. Członek Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Górnictwa w KGHM PM S.A., gdzie realizuje swoje zainteresowania związane z pracą zawodową oraz naukową.

Artur Rogacki

Uniwersytet Wrocławski WPAiE
KGHM Polska Miedź S.A. O/ZG „Lubin”
ORCID: 0000-0002-5348-9538

Mirosław Lewicki

Uczelnia Jana Wyżykowskiego w Polkowicach
KGHM Polska Miedź S.A. O/ZG „Lubin”
ORCID: 0000-0002-7218-1037

Wdrażanie nowoczesnych rozwiązań transportu i dystrybucji materiałów rafineryjnych w podziemnych zakładach górniczych – wybrane aspekty prawne, techniczne i organizacyjne

Streszczenie: Rozwiązania techniczne transportu i dystrybucji materiałów rafineryjnych stosowane w wyrobiskach podziemnych zakładów górniczych oparte są o przepisy prawa geologicznego i górniczego, a także o wieloletnie doświadczenia i wiedzę techniczną osób dozoru ruchu, pracujących w Dziale Energomechanicznym ds. Maszyn Dołowych. Komory paliw zajmują poważne miejsce w logistycznym ciągu dystrybucji produktów rafineryjnych i stanowią istotne zaplecze ciągu produkcyjnego. Wprowadzanie innowacyjnych rozwiązań wiąże się niejednokrotnie z napotykiem ograniczeń proceduralnych i prawnych. Wybór właściwych rozwiązań technicznych oraz powiązanych parametrów konstrukcyjnych wykorzystywanych urządzeń pozwala na efektywne i skuteczne realizowanie celów produkcyjnych. Zamiarem artykułu jest przedstawienie najnowszych rozwiązań komór paliw olejów i smarów stosowanych w podziemnych zakładach górniczych na podstawie przepisów prawa geologicznego oraz górniczego.

Słowa kluczowe: podziemny zakład górniczy, transport i dystrybucja materiałów rafineryjnych, komora paliw

IMPLEMENTATION OF MODERN SOLUTIONS FOR THE TRANSPORT AND DISTRIBUTION OF REFINING MATERIALS IN UNDERGROUND MINING PLANTS – SELECTED LEGAL, TECHNICAL AND ORGANIZATIONAL ASPECTS

Abstract: Technical solutions for the transport and distribution of refining materials used in underground workings of mining plants are based on the provisions of the geological and mining law as well as on many years of experience and technical knowledge of the traffic supervision personnel working in the Energomechanical Department for Downhole Machines. Fuel chambers occupy an important place in the logistic distribution chain of refining products and constitute an important base of the production chain. Introducing innovative solutions is often associated with encountering procedural and legal limitations. The selection of appropriate technical solutions and related design parameters of the devices used allows for the effective and efficient implementation of production goals. The intention of the article is to present the latest solutions of oil and grease fuel chambers used in underground mining plants pursuant to the provisions of the geological and mining law.

Keywords: underground mining plant, transport and distribution of refinery materials, fuel chamber

Wprowadzenie

Samojezdne maszyny górnicze eksploatowane w podziemnych zakładach górniczych wyposażone są w silniki spalinowe zasilane olejem napędowym. Trwają obecnie prace nad wdrażaniem maszyn wyposażonych w silniki elektryczne z zasilaniem bateryjnym, ale jest to proces długotrwały. Dzisiejsze maszyny wymagają ciągłego zasilania w paliwa, oleje i smary.

Na podstawie § 7 ust. 1 Rozporządzenia Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych¹, zwanego dalej rozp.prow.ruchu p.z.g., ruch zakładu górniczego jest organizowany i prowadzony przez kierownika ruchu zakładu górniczego, który w szczególności: 1) ustala zakresy działania poszczególnych działów

¹ Dz.U. 2017 poz. 1118 ze zm.

ruchu zakładu górniczego oraz służb specjalistycznych zakładu górniczego, 2) dokonuje właściwego oraz zgodnego z przeznaczeniem doboru maszyn, urządzeń, materiałów, środków i substancji chemicznych, wyrobów z tworzyw sztucznych oraz środków strzałowych oraz sprzętu strzałowego w sposób uniemożliwiający powstanie zagrożenia dla bezpieczeństwa i zdrowia osób oraz środowiska. Jeśli chodzi o wymieniony wyżej pkt 2, to dobór materiałów, środków i substancji chemicznych jest mocno ograniczony przez producenta maszyny, gdyż zgodnie z § 508 omawianego rozporządzenia maszyny, urządzenia oraz instalacje eksploatuje się, konserwuje i naprawia w sposób określony w dokumentacji techniczno-ruchowej.

Również § 28 ust. 1 rozp.prow.ruchu p.z.g. wymuszający stosowanie w zakładzie górniczym maszyn, urządzeń, materiałów, środków i substancji chemicznych, wyrobów z tworzyw sztucznych oraz środków strzałowych i sprzętu strzałowego, które zostały odpowiednio dobrane do warunków geologiczno-górniczych i środowiskowych w miejscu ich zastosowania, czy ust. 2 tego paragrafu mówiący o tym, że w wyrobiskach górniczych stosuje się materiały, substancje chemiczne i ich mieszaniny oraz wyroby z tworzyw sztucznych spełniające wymagania:

- 1) trudnopalności²;
- 2) antyelektrostatyczności³;
- 3) nietoksyczności⁴,

w konfrontacji z § 508 pozostają martwe.

W związku z tym co zostało już powiedziane w podziemnych zakładach górniczych muszą znaleźć się paliwo, oleje i smary oraz inne substancje ropopochodne. Aby się tam znalazły muszą być w bezpieczny sposób przetransportowane zarówno w pionie (opuszczone na dół

² Palność – własność ciała określona jego zdolnością do zapalenia się i podtrzymywania palenia się; zależnie od stopnia tej zdolności ciała określa się jako łatwo palne, trudno palne i niepalne. Na podst. *Leksykon naukowo-techniczny z suplementem P-Ż*, Warszawa 1989, s. 636.

³ Elektrostatyczność – zdolność dielektryków do elektryzacji, czyli wytwarzania na powierzchni ładunków elektrycznych, najczęściej wskutek tarcia. Na podst. *Leksykon naukowo-techniczny z suplementem A-O*, Warszawa 1989, s. 194.

⁴ Toksyczność – charakterystyczna dla danej substancji właściwość wywierania sinego działania szkodliwego na żywy organizm. Na podst. *Leksykon naukowo-techniczny z suplementem P-Ż*, op.cit., s. 1008.

szybem), jak i w poziomie (wyrobiskami górnictwami). Po przetransportowaniu muszą być w odpowiednich warunkach przechowywane i dystrybuowane. Niniejsze opracowanie ma na celu przedstawienie przepisów prawnych i rozwiązań technicznych oraz organizacyjnych tego zagadnienia.

Wymagania prawne stosowania materiałów rafineryjnych w podziemnych zakładach górnictwa

Jak już powiedziano we wprowadzeniu, paliwa, oleje, smary i inne materiały ropopochodne są niezbędne dla prawidłowej eksploatacji samojezdnych maszyn górnictwami. Zasilanie samojezdnych maszyn górnictwami eksploatowanych w podziemnych zakładach górnictwami w te materiały odbywa się w wyrobiskach podziemnych. Jak wynika z informacji zamieszczonych w kartach charakterystyki oleju napędowego dwóch czołowych producentów krajowych, w sekcji 2 – Identyfikacja zagrożeń, sklasyfikowano te ciecze zgodnie z Rozporządzeniem (WE) Nr 1272/2008 [CLP]⁵ i stwierdzono zagrożenia:

- 1) wynikające z właściwości fizykochemicznych:
 - łatwopalna ciecz i pary;
- 2) dla człowieka:
 - połknięcie i dostanie się przez drogi oddechowe może grozić śmiercią;
 - działa drażniąco na skórę;
 - działa szkodliwie w następstwie wdychania;
 - podejrzewa się, że wywołuje raka;
 - może powodować uszkodzenie narządów (szpik kostny, grasica, wątroba) w następstwie długotrwałego lub powtarzanego narażenia;

⁵ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin, zmieniające i uchylające dyrektywy 67/548/EWG i 1999/45/WE oraz zmieniające Rozporządzenie (WE) nr 1907/2006 (Tekst mający znaczenie dla EOG).

3) dla środowiska:

- działa toksycznie na organizmy wodne, powodując długotrwałe skutki⁶.

Z uwagi na wskazane zagrożenia produkty te należy stosować w odpowiednim reżimie prawnym. Rygor ten jest tak ważny dla bezpieczeństwa pracowników i środowiska, że prawodawca w myśl § 29 rozp.prow.ruchu p.z.g. zaliczył główne składy paliw, olejów i środków smarnych oraz stałe komory napełniania paliwem środków transportowych do podstawowych obiektów zakładu górniczego⁷. Podstawowe obiekty podziemnego zakładu górniczego podlegają szczególnym wymaganiom prawa geologicznego i górniczego.

W myśl art. 114 ust. 2 ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. – Prawo geologiczne i górnicze⁸, zwanej dalej u.p.g.g. oddanie do ruchu w zakładzie górniczym, podstawowych obiektów, maszyn i urządzeń, obiektów

⁶ Karta charakterystyki, https://www.orlen.pl/content/dam/internet/orlen/pl/pl/dla-biznesu/produkty/paliwa/olej-napedowy/Olej_napedowy_handlowy.pdf, [dostęp: 27.06.2022]; Karta charakterystyki, <https://market.lotos.pl/sdscards/currentsds.aspx?number=GL/3/07&language=PL>, [dostęp: 27.06.2022].

⁷ Według § 29 do podstawowych obiektów, maszyn i urządzeń zakładu górniczego zalicza się:

- 1) szyby i szybiki wraz z wyposażeniem;
- 2) górnicze wyciągi szybowe w szybach i szybikach;
- 3) stacje: a) wentylatorów głównych, b) odmetanowania wraz z siecią rurociągów;
- 4) centrale systemu ogólnozakładowej łączności telefonicznej, dyspozytorskie systemy dyspozytora ruchu, stacje geofizyki górniczej oraz magistralne sieci telekomunikacyjne;
- 5) główne stacje sprzężarek powietrza wraz z siecią rurociągów w szybach;
- 6) urządzenia i układy głównego odwadniania;
- 7) główne składy paliw, olejów i środków smarnych oraz stałe komory napełniania paliwem środków transportowych;
- 8) główne urządzenia do wytwarzania i transportu podsadzki i mieszanin doszczelniających;
- 9) stacjonarne urządzenia klimatyczne o nominalnej mocy chłodniczej powyżej 1 MW;
- 10) urządzenia transportowe, których środki transportu poruszają się po torze o nachyleniu większym niż 45°, w wyrobiskach górniczych;
- 11) urządzenia, instalacje i sieci elektroenergetyczne wysokiego oraz średniego napięcia zasilające obiekty, maszyny i urządzenia, o których mowa w pkt 1–10.

⁸ Dz.U. 2022 poz. 1072 ze zm. t.j.

podziemnego zakładu górniczego stanowiących ściany prowadzone w warunkach specjalnych oraz obiektów podziemnego zakładu górniczego stanowiących oddziały eksploatujące partie złóż rud miedzi w warunkach specjalnych, jak również dokonywanie ich istotnych zmian konstrukcyjnych lub istotnych zmian warunków eksploatacji, wymaga pozwolenia wydanego, w drodze decyzji, przez właściwy organ nadzoru górniczego⁹. W przypadku komór paliw olejów i smarów organem tym jest dyrektor okręgowego urzędu górniczego. Wspomnieć należy, że podczas funkcjonowania poprzedniej ustawy w krótkim okresie czasu sprawami tymi zajmował się specjalistyczny urząd górniczy.

Przed wydaniem pozwolenia, organ nadzoru górniczego może nakazać, w drodze zaskarżalnego postanowienia, przeprowadzenie próbnego ruchu obiektów, maszyn, urządzeń lub ścian, określając jego zakres i sposób kontroli oraz uzależniając wydanie pozwolenia od uzyskanych wyników¹⁰.

Dodatkowym rygiorem przewidzianym w rozp.prow.ruchu p.z.g. jest wymóg poddania omawianych obiektów badaniom odbiorczym wykonywanym przez rzeczoznawcę. Określono to w § 488 ust. 2 przywołanego rozporządzenia.

Inne wymagania dotyczące przedmiotowych obiektów różnie zwanych w rozp.prow.ruchu p.z.g., to odpowiednie przewietrzanie. Zgodnie z § 173 ust.1 rozp.prow.ruchu p.z.g. komory i składy paliw, olejów lub środków smarnych oraz miejsca tankowania paliwa przewietrza się opływowym prądem powietrza¹¹. Rozporządzenie wskazuje też na materiał, w jakim ma być wybudowana część omawianej komory. Otóż miejsca napełniania

⁹ Zgodnie z art. 164 ust. 1 u.p.g.g. organami nadzoru górniczego są:

- 1) Prezes Wyższego Urzędu Górniczego;
- 2) dyrektorzy okręgowych urzędów górniczych;
- 3) dyrektor Specjalistycznego Urzędu Górniczego, zwanego dalej „SUG”.

Organami nadzoru górniczego pierwszej instancji są dyrektorzy okręgowych urzędów górniczych oraz dyrektor SUG, chyba że ustawa stanowi inaczej.

Organem nadzoru górniczego pierwszej instancji w sprawach dotyczących podziemnego składowania dwutlenku węgla jest Prezes Wyższego Urzędu Górniczego.

¹⁰ A. Lipiński, *Prawne podstawy geologii i górnictwa*, Warszawa 2019, s. 178.

¹¹ Prąd opływowy – prąd powietrza przepływający przez dane wyrobisko dzięki działaniu depresji wentylatora głównego, a nie wentylatora lutniowego, Na podst. J. Olszewski, J. Osuchowski, „*Leksykon górniczy*, Katowice 1989, s. 235.

paliwem zbiorników maszyn stosownie do § 174 ust. 3 wykonuje się w kamieniu lub złożu kopaliny niepalnej.

Na podstawie § 241 rozp.prow.ruchu p.z.g. w obiektach i na terenach do nich przyległych, w których są prowadzone procesy technologiczne z użyciem materiałów mogących wytworzyć mieszaniny wybuchowe lub w których materiały takie są magazynowane, dokonuje się oceny zagrożenia wybuchem. Ocena ta obejmuje wskazanie pomieszczeń i przestrzeni zagrożonych wybuchem, wyznaczenie w pomieszczeniach i przestrzeniach zewnętrznych stref zagrożenia wybuchem oraz wskazanie czynników mogących w nich zainicjować zapłon.

Warunki przechowywania paliw, olejów i smarów określono w § 487 rozp.prow.ruchu p.z.g., w myśl którego zabronione jest przechowywanie smarów, olejów i innych materiałów niebezpiecznych pożarowo w:

- 1) odległości mniejszej niż 50 m od wlotów wyrobisk wdechowych na powierzchni;
- 2) drażnionych wyrobiskach korytarzowych przewietrzanych za pomocą lutniociągów.

Przechowywanie dozwolone jest w wymienionych wyżej komorach wyłącznie w zamkniętych naczyniach metalowych lub spełniających wymagania, o których mowa w § 28 tj.: trudnopalności, antyelektrostatyczności i nietoksyczności.

Te same wymagania dotyczą transportu omawianych materiałów. Ponadto, jeśli mowa o transporcie, to paliwa, oleje, smary transportowane jednorazowo w ilości większej niż 250 dm³ należy przewozić w wozach specjalnych.

Ze względu na wysokie zagrożenie pożarowe zgodnie z § 488 ust. 1 rozp.prow.ruchu p.z.g. prawodawca wymaga od przedsiębiorców wyposażenia komór stałych napełniania paliwem zbiorników maszyn, komór paliw i środków smarnych w stałą, samoczynnie uruchamiającą się instalację gaśniczą. W instalację taką muszą być wyposażone ponadto maszyny służące do transportu paliw lub środków smarnych oraz napełniania paliwami i środkami smarnymi innych maszyn oraz urządzeń. Natomiast w zakładach górniczych wydobywających sól omawiane komory wyposaża się w samoczynnie uruchamiane urządzenia gaśnicze.

Część wymagań dotyczących organizacji i wyposażenia komór paliw, olejów oraz smarów zamieszczono w załącznikach do rozp.prow.ruchu p.z.g.

W załączniku nr 3 w punkcie 6 omawiającym zwalczanie zagrożenia pożarowego powtórzono wymóg wyposażenia komór oraz składów paliw, olejów i środków smarnych, a także miejsca tankowania paliwa w stałą instalację gaśniczą. Dodatkowym elementem jest obowiązek wyposażenia tych obiektów w skrzynię z piaskiem lub innym sorbentem (pkt 6.1.9).

W następnym punkcie określono miejsca, w których stała instalacja gaśnicza nie jest wymagana. Na podstawie pkt 6.1.10 stała instalacja gaśnicza nie jest wymagana w miejscach tankowania paliwem, w których łączna ilość paliwa przeznaczona do tankowania wynosi nie więcej niż 250 dm³ oraz w miejscach tankowania paliwa z wozów specjalnych o pojemności większej niż 250 dm³.

W kolejnym czwartym załączniku do rozp.prow.ruchu p.z.g. umieszczono cały pkt 4.14 dotyczący komór paliw, w którym zawarto aż 18 podpunktów. Pierwszym jest nic nie znaczący pkt 4.14.1, według którego komory paliw mają być tak usytuowane w stosunku do wyrobisk przewozowych, aby do komór można było doprowadzić tor lub zapewnić transport paliwa innym środkiem transportu. Punkt następny dopuszcza rozładunek kontenerów i cystern szynowych za pomocą rurociągu, którego długość nie może wynosić więcej niż 200 m. Oczywiście zgodnie z wymogami rozporządzenia po zakończeniu rozładunku rurociąg musi być opróżniony.

Według pkt 4.14.3 nawiązującym do § 241 rozp.prow.ruchu p.z.g. kierownik ruchu zakładu górniczego określa w komorach paliw strefy, w których może wystąpić zagrożenie wybuchem. Strefy należy oznaczyć tablicami ostrzegawczymi z umieszczonym na nich napisem „Uwaga! Strefa zagrożenia wybuchem”.

W następnych punktach podano wymagania techniczne dotyczące urządzeń i instalacji. Na podstawie tych wymagań w komorach paliw prowadzenie innych instalacji oprócz instalacji przeznaczonych dla tych komór jest niedopuszczalne. Objętość zbiorników stałych do przechowywania paliw i olejów nie może wynosić więcej niż 5 m³. Zbiorniki muszą być wyposażone w urządzenia odpowietrzające oraz w mierniki ilości paliwa (zapomniano o olejach), a konstrukcja zbiorników ma umożliwić oczyszczanie ich wnętrza.

Według punktów 4.14.8 i następnym w spągu komory paliw musi znajdować się awaryjny pojemnik o pojemności największego zbiornika

komory, który pokrywa się warstwą tłucznia, a jego budowa powinna umożliwić kontrolę i czyszczenie wnętrza. Spąg komory paliw ma być utwardzony, ze spadkiem w kierunku pojemnika awaryjnego.

Jeśli chodzi o dystrybucję to według pkt 4.14.10 dystrybutory do napełnienia zbiorników pojazdów paliwem lub olejami umieszcza się w odległości nie mniejszej niż 10 m od wejścia do komory. Dopuszcza się jednak możliwość lokalizacji dystrybutorów paliw przy komorze, jeżeli są rozdzielone przegrodą z materiałów niepalnych.

Zgodnie z 4.14.13 połączenia między zbiornikami a dystrybutorami paliwa i olejów wykonuje się z materiałów niepalnych, natomiast według punktu następnego – przewody ssawne, odpowietrzające i napełniające wykonuje się z materiałów odpornych na działanie paliw i olejów, trudnopalnych oraz niegromadzących ładunków elektrostatycznych.

Przychody oraz rozchody paliw, olejów i smarów muszą być ewidencjonowane. Dla zachowania pełnego bezpieczeństwa, podczas napełniania zbiorników pojazdów i maszyn paliwem lub olejem ich silniki należy wyłączyć.

W załączniku ustalono też obowiązki dla kierownika ruchu zakładu górniczego. Zgodnie z pkt 4.14.11 kierownik ruchu zakładu górniczego określa dopuszczalną ilość paliw, olejów i smarów magazynowanych w komorze paliw. Kierownik ruchu zakładu górniczego określa także szczegółowy sposób i terminy przeprowadzania okresowych kontroli stanu komór paliw oraz ich zabezpieczeń przeciwpożarowych (pkt 4.14.15).

Według punktu 4.14.16 kierownik ruchu zakładu górniczego wyznacza osoby dozoru ruchu odpowiedzialne za:

- 1) stan techniczny wyrobisk, dróg dojazdowych do komór paliw oraz ich przewietrzanie;
- 2) utrzymanie porządku w komorze oraz nieprzekroczenie dopuszczalnej ilości paliwa, olejów i smarów;
- 3) stan techniczny zbiorników, instalacji i urządzeń w komorze, miejscach rozładunku oraz napełniania.

Na podstawie punktu 4.14.17 kierownik ruchu zakładu górniczego określa zasady transportu paliw lub środków smarnych. Eksploatację środków transportowych przeznaczonych do transportu paliw i środków smarnych prowadzi się na warunkach określonych w dokumentacji techniczno-ruchowej. Wozy specjalne o pojemności większej niż 250

dm³, służące do transportu paliw lub środków smarnych, wyposaża się w samoczynnie uruchamiane urządzenie gaśnicze (pkt 4.14.18).

Wyżej wymienione obowiązki w podziemnych zakładach górniczych KGHM Polska Miedź S.A. wprowadzono w zarządzeniach wewnętrznych kierowników ruchu poszczególnych zakładów górniczych, m.in. w dokumencie pt. Zasady gospodarki paliwowo-smarowniczej oraz Regulaminie ruchu samojezdnych maszyn górniczych.

W wyniku prawidłowej eksploatacji samojezdnych maszyn górniczych powstają również odpady. Na podstawie Traktatu między Rzeczpospolitą Polska a Unią Europejską i jej państwami członkowskimi, a dokładnie jego artykułem 80, strony układu zobowiązane są do przeciwdziałania pogarszającemu się stanowi środowiska naturalnego¹². Fundamentalną zasadę prawa ochrony środowiska Unii Europejskiej stanowi zasada unieszkodliwiania odpadów na koszt wytwórcy¹³. W ustawie z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach¹⁴ przez odpady – rozumie się każdą substancję lub przedmiot, których posiadacz pozbywa się, zamierza się pozbyć lub do których pozbycia się jest obowiązany.

W wyniku robót górniczych powstają odpady wydobywcze, natomiast w wyniku przeróbki (wzbogacenia) wydobytego urobku powstają odpady przerobcze¹⁵. W trakcie eksploatacji samojezdnych maszyn górniczych wykonuje się przeglądy techniczne¹⁶, podczas których wymieniane są oleje smarowe. Właściwa realizacja regulacji prawnych o odpadach polega na ich gromadzeniu i wydawaniu na powierzchnię w celu przekazania do utylizacji lub innego zagospodarowania. Mówi o tym także § 487 ust. 4 rozp.prow.ruchu p.z.g., w myśl którego zużyte smary, oleje i inne materiały niebezpieczne pożarowo usuwa się niezwłocznie na powierzchnię zakładu górniczego. Nadzór nad ochroną środowiska w podziemnym

¹² C. Rosik-Dulewska, *Podstawy gospodarki odpadami*, Warszawa 2015, s. 11.

¹³ Ibidem.

¹⁴ Dz.U. z 2022 r. poz. 699, 1250 t.j.

¹⁵ P. Wojtulek, T. Kocowski, W. Małcki, *Prawo geologiczne i górnicze*, Warszawa 2020, s. 268.

¹⁶ A. Rogacki, M. Lewicki, *Wybrane aspekty prawne i techniczne prowadzenia gospodarki przeglądowo-remontowej w komorach przeglądowo-naprawczych podziemnego zakładu górniczego*, „Zeszyty Naukowe Uczelni Jana Wyżykowskiego. Studia z Nauk Technicznych” 2019, nr 8, s. 57–74.

zakładzie górniczym pełnią według art. 168 ust. 1 pkt 5 u.p.g.g. organy nadzoru górniczego¹⁷.

Wymogi prawne przedstawione wyżej mocno ograniczają możliwość zastosowania innowacyjnych rozwiązań. W celu wprowadzenia nowoczesnych rozwiązań transportu i dystrybucji materiałów rafineryjnych do wyrobisk podziemnych zakładów górniczych należy skorzystać z instytucji odstąpienia od postanowień odpowiedniego rozporządzenia. Na podstawie art. 120 ust. 3 u.p.g.g. zgodę na odstąpienie wydaje Prezes Wyższego Urzędu Górniczego w drodze decyzji na czas oznaczony, nie dłuższy niż 5 lat. Są to wyjątkowe i szczególne przypadki, niezbędne w celu wprowadzenia postępu technicznego, przeprowadzenia prac naukowo-badawczych lub doświadczalnych¹⁸.

Standardowe rozwiązania transportu, magazynowania i dystrybucji materiałów rafineryjnych

Komory paliw wykorzystywane w cyklu produkcyjnym do efektywnego zaopatrywania samojezdnych maszyn górniczych w olej napędowy oraz inne materiały rafineryjne stanowią bardzo istotny element struktury zaopatrzeniowej kopalni. Z jednej strony powinny być umiejscowione, jak najbliżej frontu eksploatacyjnego. Z drugiej strony technologia prowadzenia robót górniczych narzuca określone warunki lokalizacji. Ponadto wysoki nakład inwestycyjny związany z zabudową techniczną oraz wymagania prawne niezbędne do spełnienia rzutują na łączną efektywność procesu produkcyjnego kopalni.

Odbiór dostawy luzem odbywa się poprzez przetankowanie z autocystrny do cysterny kopalnianej w punkcie dystrybucyjnym. Odbierający sprawdza zgodność dostawy na stanowisku odbioru produktów naftowych znajdującym się na powierzchni. Obowiązuje procedura plombowania cystern kopalnianych/zbiorników magazynowych oraz wydawania

¹⁷ M. Walas, *Administracja geologiczna i górnicza*, [w:] *Wybrane problemy prawa geologicznego i górniczego*, B. Rakoczy (red.), Warszawa 2016, s. 180.

¹⁸ H. Schwarzwald, *Prawo geologiczne i górnicze. Komentarz, Tom II*, Wrocław 2016, s. 189.

do dołowych magazynów produktów naftowych wraz z listem przewozowym. Transport do dołowych magazynów powinien odbywać się niezwłocznie po zatankowaniu.

Transport materiałów rafineryjnych (paliwa i oleju) odbywa się w dopuszczonych do stosowania cysternach, kontenerach lub opakowaniach fabrycznych spełniających wymogi. Rozładunek z cystern kopalnianych do zbiorników stałych zabudowanych w komorach paliw odbywa się rurociągami lub pojazdami paliwowo-smarowniczymi. Po roztankowaniu obowiązuje procedura obejmująca wydanie zamkniętych i zaplombowanych cystern na powierzchnię wraz z listem przewozowym. Tankowanie maszyn przez upoważnionych pracowników odbywa się na podstawie specjalnego dokumentu z wprowadzanymi przez magazyniera danymi identyfikacyjnymi pracownika pobierającego oraz potwierdzoną ilością odebranych materiałów rafineryjnych. W przypadku pobierania paliwa z samojazdnego wozu paliwowo-smarowniczego SWPS tankowanie odbywa się w stałych punktach tankowania maszyn SOPT. Dopuszcza się tankowanie poza SOPT-em w przypadkach szczególnych. Cysterny kopalniane winne być puste w przypadku wydawania ich na powierzchnię. Obowiązuje tu także procedura zamykania oraz plombowania.

Wprowadzanie rozwiązań innowacyjnych transportu, magazynowania i dystrybucji materiałów rafineryjnych

Wprowadzone innowacyjne rozwiązanie opiera się na eliminacji procesu przetankowywania paliwa z cysterny opuszczanej na dół do zbiorników zabudowanych na stałe w komorze paliw. Należy pamiętać, że każde przetankowywanie materiałów rafineryjnych wiąże się z ryzykiem potencjalnego zagrożenia pożarowego¹⁹. Jest to szczególnie niebezpieczne w kopalniach węgla kamiennego, gdzie występuje dodatkowo zagrożenie metanowe. W przedstawianym rozwiązaniu wykorzystuje się specjalnie zaprojektowane zbiorniki odejmowalne. Poszczególne cykle obejmują:

¹⁹ L. Yuan, R.A. Thomas, J.H. Rowland, L. Zhou, *Early fire detection for underground diesel fuel storage areas*, „Process Safety and Environmental Protection” 2018, nr 119, s. 69–74.

zatankowanie oleju napędowego względnie hydraulicznego na punkcie tankowania powierzchniowym, zaplombowanie zbiornika, wprowadzenie do klatki szybowej i opuszczenie na dół oraz przetransportowanie w pobliże komory paliw ustaloną drogą transportu. Możliwy jest odbiór zbiornika magazynowego zatankowanego u dostawcy i dostarczonego do punktu przeładunkowego na powierzchni kopalni. Wprowadzenie do komory paliw odbywa się przy użyciu specjalnych transporterów (Rycina 1). Procedura końcowa obejmuje kontrolę plombowania, stanu napełnienia i czynności przyłączeniowe do instalacji wewnętrznej zabudowanej na komorze paliw.



Rycina 1. Transportowanie zbiorników na materiały rafineryjne

Źródło: Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej Kraków 2021; Rabenda M., Szewczak W., Jagiełło W., *Transport kontenerowy materiałów petrochemicznych wraz z ich przechowywaniem w podziemnych komorach paliw*, Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej 2021, Kraków, 27-29 września 2021, s. 599

W komorze paliw wydzielony magazyn wyposażono w stalowe drzwi z zamknięciem otwierane na zewnątrz. Powyższe rozwiązanie wynika z konieczności ograniczenia dostępu dla osób postronnych. Dla umożliwienia dostaw zbiorników na materiały rafineryjne zabudowano dodatkowe bramy otwierane na zewnątrz dedykowane do każdego zbiornika magazynowego. W wybranych ścianach magazynu zbudowano kłapy wentylacyjne zamykające się automatycznie w przypadku pożaru i umożliwiające szczelne zamknięcie z chwilą włączenia instalacji gaśniczej. Wewnątrz komory zabudowano fundament przewidziany do ustawienia poszczególnych zbiorników magazynowych (Rycina 2).

Rozwiązanie oparte na wykorzystaniu transportu kontenerowego materiałów rafineryjnych pozwoliło na poprawę warunków eksploatacji komory paliw. Zbiorniki w kształcie stalowych walczków są zabudowane



Rycina 2. Zbiorniki na materiały rafineryjne przyłączone do wewnętrznej instalacji w komorze paliw

Źródło: Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej Kraków 2021; Rabenda M., Szewczak W., Jagiełło W., *Transport kontenerowy materiałów petrochemicznych wraz z ich przechowywaniem w podziemnych komorach paliw*, Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej 2021, Kraków, 27-29 września 2021, s. 603

w stalowej ramie o kształcie prostopadłościanu, przystosowanej do transportu górniczym transporterem podnośnikowym. Zapewniona jest optyczna kontrola stopnia napełnienia zbiorników. Napełniony zbiornik trafia bezpośrednio do komory paliw i podłączany jest poprzez wewnętrzną sieć do stanowiska dystrybucji przedstawionego na (Rycina 3). Wykorzystano dystrybutory jednowężowe z podłączonym automatycznym pistoletem nalewczym. Komora paliw posiada próg uniemożliwiający wylewanie się materiałów rafineryjnych poza część magazynową. Dodatkowo zapewniono spadek spągu w kierunku zbiornika awaryjnego o pojemności pow. 4,3 m³ posiadającego gabaryt objętościowy przekraczający objętość największego zbiornika komory. Stanowi on zabezpieczenie przed rozszczelnieniem zbiornika z materiałem rafineryjnym i wylaniem tego materiału poza magazyn. Ponadto komora została wyposażona w specjalną instalację przeciwpożarową.

Wprowadzanie innowacyjnych rozwiązań wiąże się z ponoszeniem znaczących nakładów inwestycyjnych. Spodziewany zysk niekiedy jest



Rycina 3. Stanowisko tankowania maszyn górniczych

Źródło: Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej Kraków 2021; Rabenda M., Szweczak W., Jagiełło W., *Transport kontenerowy materiałów petrochemicznych wraz z ich przechowywaniem w podziemnych komorach paliw*, Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej 2021, Kraków, 27-29 września 2021, s. 601

trudny do zaobserwowania w bieżącym układzie technologicznym. Uwidacznia się w kolejnych latach eksploatacji rozwiązania przy równoczesnym przekonaniu załogi do wprowadzanych modyfikacji. Należy zawsze mieć na uwadze korzyści osiągnięte z tytułu ciągłego doskonalenia wiedzy kadry kierowniczej oraz wykorzystywania w warunkach dołowych coraz efektywniejszych i dostępnych na rynku rozwiązań technicznych. Faktyczna efektywność to często utrzymanie nakładów inwestycyjnych oraz kosztów eksploatacji połączone z bezawaryjną pracą w wydłużonym okresie eksploatacji.

Podsumowanie

Uregulowania wewnętrzne Kierownika Ruchu Zakładu Górniczego precyzują wymagania techniczne, które muszą być spełnione dla realizacji obsługi maszyn górniczych w zakresie logistycznym oraz magazynowania materiałów rafineryjnych. Podziemne komory paliw są obiektami, które stanowią źródło zagrożenia pożarowego. Rygorystyczne wymagania pozwalają na utrzymanie bezpieczeństwa pożarowego. Należy zaakcentować

ranę bezpieczeństwa i powiązanych ograniczeń technicznych, organizacyjnych oraz prawnych, które mogą wywoływać wrażenie istnienia barier w zakresie wprowadzania rozwiązań innowacyjnych. W strategii KGHM Polska Miedź S.A.²⁰ sformułowany jest kierunek wzrostu w oparciu o ideę zrównoważonego rozwoju i bezpieczeństwa. Wprowadzane rozwiązania innowacyjne w zakresie modyfikacji podziemnych komór paliw muszą zapewnić bezpieczeństwo załodze.

Bibliografia

Akty prawne:

Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczególnych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych (Dz.U. 2017 poz. 1118 ze zmian.).

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin, zmieniające i uchylające dyrektywy 67/548/EWG i 1999/45/WE oraz zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1907/2006 (Tekst mający znaczenie dla EOG).

Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. z 2022 r. poz. 699, 1250 t.j.).

Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. z 2022 r. poz. 1072 t.j.).

Artykuły naukowe

Rogacki A., Lewicki M., *Wybrane aspekty prawne i techniczne prowadzenia gospodarki przeglądowo-remontowej w komorach przeglądowo-naprawczych podziemnego zakładu górniczego*, „Zeszyty Naukowe Uczelni Jana Wyżykowskiego. Studia z Nauk Technicznych” 2019, nr 8, s. 57–74.

Yuan L., Thomas R.A., Rowland J.H., Zhou L., *Early fire detection for underground diesel fuel storage areas*, „Process Safety and Environmental Protection” 2018, nr 119, s. 69–74.

²⁰ *Strategia biznesowa*, <https://kgbm.com/pl/o-nas/strategia-biznesowa>, [dostęp: 30.06.2022].

Rabenda M., Szewczak W., Jagiełło W. *Transport kontenerowy materiałów petrochemicznych wraz z ich przechowywaniem w podziemnych komorach paliw*, Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej 2021, Kraków, 2729 września 2021, s. 597614.

Pozycje zwarte

Leksykon naukowo-techniczny z suplementem A-O, Warszawa 1989.
Leksykon naukowo-techniczny z suplementem P-Ż, Warszawa 1989.
Lipiński A., *Prawne podstawy geologii i górnictwa*, Warszawa 2019.
Olszewski J., Osuchowski J., *Leksykon górniczy*, Katowice 1989.
Rosik-Dulewska C., *Podstawy gospodarki odpadami*, Warszawa 2015.
Schwarz H., *Prawo geologiczne i górnicze. Komentarz, Tom II*, Wrocław 2016.
Walas M., *Administracja geologiczna i górnicza*, [w:] Wybrane problemy prawa geologicznego i górniczego, B. Rakoczy (red.), Warszawa 2016.
Wojtulek P., Kocowski T., Małecki W., *Prawo geologiczne i górnicze*, Warszawa 2020.

Źródła internetowe

Karta charakterystyki <https://market.lotos.pl/sdscards/currentsds.aspx?number=GL/3/07&language=PL>, [dostęp: 27.06.2022].
Karta charakterystyki, https://www.orlen.pl/content/dam/internet/orlen/pl/pl/dla-biznesu/produkty/paliwa/olej-napedowy/Olej_napedowy_handlowy.pdf, [dostęp: 27.06.2022].
Strategia biznesowa, <https://kghm.com/pl/o-nas/strategia-biznesowa>, [dostęp: 30.06.2022].

Biogramy autorów

Artur Rogacki – magister inżynier, absolwent Akademii Rolniczej we Wrocławiu (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy). Absolwent studiów podyplomowych na Uniwersytecie Wrocławskim, Wyższej Szkole Umiejętności Społecznych w Poznaniu oraz Szkole Wyższej im. Pawła Włodkowica w Płocku. Absolwent rocznego studium z ekonomii, prowadzonego przez wykładowców Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu. Doktorant Wydziału

Prawa Administracji i Ekonomii Uniwersytetu Wrocławskiego. Jest długoletnim pracownikiem KGHM Polska Miedź S.A. Pracuje w Dziale Energo-mechanicznym ds. Maszyn Dołowych. W kręgu zainteresowań badawczych znajduje się prawo geologiczne i górnicze.

Mirosław Lewicki – doktor inżynier, zakres działań: maszyny dołowe, budżetowanie połączone z analizami kosztowymi, analizy efektywności pracy, monitoring pracy maszyn górniczych, wykorzystanie metody kosztów całkowitych TCO do bieżących analiz pracy maszyn dołowych w układzie kosztowym powiązanych z efektywnością produkcyjną. Wykładowca Uczelni Jana Wyżykowskiego w Polkowicach na kierunku górnictwo i geologia w zakresie przedmiotów związanych: z budową maszyn górniczych, metodami diagnostycznymi, warunkami efektywnej eksploatacji w różnych warunkach środowiskowych ze szczególnym ukierunkowaniem na warunki podziemnej kopalni miedzi.

Współczesne organizacje działają w warunkach coraz bardziej dynamicznych zmian, które wymuszają ciągłe poszukiwania źródeł wzrostu efektywności zarządzania oraz wdrażania innowacji. Posługując się metaforą można twierdzić, że zarządzanie i innowacyjność to dwie strony tego samego medalu. Odpowiednie zarządzanie tworzy warunki do rozwoju zasobów ludzkich poprzez właściwy klimat pracy i wspieranie kreatywności kadry oraz postaw innowacyjnych. Innowacje odgrywają niezmiernie istotną rolę w poprawie jakości oferowanych dóbr czy świadczonych usług, wzmacniają efektywność wdrażanych przez zespoły pracownicze działań, sprzyjają komunikacji między członkami załogi i dzieleniu się wiedzą oraz doświadczeniem, a tym samym wspierają osiągnięcie celów zarządczych. Oczywiście ocena rangi innowacji technologicznych, usługowych czy produktowych jest jednoznacznie pozytywna. Organizacje nie powinny jednak ograniczać się tylko do tych obszarów nowych rozwiązań. Równie ważne są innowacje w sferze zarządzania. Oznacza to, że warto prowadzić dyskusję ukazującą wzajemne przenikanie się różnych obszarów zarządzania i innowacyjności.

Współczesne zarządzanie wyznacza ekscytujący obszar, w którym praktycy zarządzania podejmują poszczególne decyzje, mające pomóc w realizacji celów strategicznych, taktycznych i operacyjnych, podnosząc jednocześnie konkurencyjność organizacji w zmiennym i coraz mniej przewidywalnym otoczeniu.

Teoretycy starają się wyjaśniać oraz opisywać niezmiernie złożoną i turbulentną rzeczywistość. Przedkładana Czytelnikom monografia pt. Zarządzanie i innowacyjność jest efektem pracy wielu autorów, co czyni ją dziełem wielowątkowym i otwartym na poszukiwania.

FRAGMENT WSTĘPU



Uczelnia
Jana
Wyżykowskiego



Wydawnictwo Naukowe FNCE

www.fnce.info



@wydawnictwoFNCE



fnce_wydawnictwo