

Informacja geologiczna w Australii – wyzwania i perspektywy

Wiktoria Brzezińska-Paciorek¹, Aleksandra Czul¹, Anna Dąbrowska¹,
Joanna Roszkowska-Remin¹, Agata Fudala¹

Geological information in Australia – challenges and perspectives. Prz. Geol., 73: 937–941; doi: 10.7306/2025.103

Abstract. This article presents observations of delegates from the Polish Geological Institute – National Research Institute (PGI-NRI) and the Ministry of Climate and Environment during a business visit to Australia, which took place in October 11–24, 2024. The delegation held meetings with three state geological surveys: the Geological Survey of Western Australia (GSWA), the Geological Survey of South Australia (GSSA), and the Geological Survey of Queensland (GSQ), and familiarized with their geological information and sample archives. The article addresses several key topics, including the legal frameworks governing the operations of each geological survey and their relationships with the scientific community and industry; the procedures for acquiring, verifying, storing and disseminating geological data in both analogue and digital formats, as well as information regarding sample repositories and the range of services and databases maintained by these institutions.

Keywords: GeoScience Australia, Australian Geological Surveys, Geological Survey of Western Australia, Geological Survey of South Australia, Geological Survey of Queensland, data collecting, data archiving, data sharing, drill core facilities, geological information

Jednym z zadań państwowej służby geologicznej (PSG) realizowanym przez Centralne Archiwum Geologiczne Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego (CAG PIG-PIB) jest przedsięwzięcie pn. *Prowadzenie centralnego archiwum geologicznego (CAG)*, w ramach którego odbywa się gromadzenie, zabezpieczanie i udostępnianie informacji geologicznej zawartej w dokumentacjach i próbkach geologicznych. Aby jak najlepiej realizować obowiązki związane z tym zadaniem, podnosić kwalifikacje zespołu, wyposażać magazyny w najnowocześniejsze i najsprawniejsze sprzęty, pracownicy CAG odwiedzają archiwa dokumentów geologicznych prowadzone przez bliźniacze służby geologiczne w innych krajach. Takie spotkania są zawsze doskonałą okazją do zapoznania się z podejściem innych służb do problematyki archiwizacji i udostępniania informacji geologicznej, do wymiany spostrzeżeń, zaczerpnięcia inspiracji, podejmowania rozwiązań konkretnych problemów, z którymi borykają się na co dzień archiwiści geologiczni. Przedmiotem zainteresowania pracowników CAG są: podstawy prawne i procedury gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej, źródła finansowania działalności archiwów, sposoby postępowania przy pozyskiwaniu nowych i zarządzanie posiadanymi zbiorami archiwalnymi dokumentów i próbek, zasady rządzące merytoryczną weryfikacją przekazywanego materiału geologicznego, wyposażenie magazynów oraz sposoby zabezpieczania zgromadzonego materiału geologicznego zarówno w formie analogowej, jak i cyfrowej.

W dniach 11–24 października 2024 r. siedmioosobowa delegacja z PIG-PIB oraz Ministerstwa Klimatu i Środowiska (MKiŚ) odwiedziła trzy stanowe Służby Geologiczne Australii oraz prowadzone przez nie archiwa w Perth, Adelaide oraz Brisbane.

Australia, kontynent o niezwykle bogactwie geologicznym, stanowi unikalne studium przypadku w za-

rzządzaniu danymi geologicznymi i surowcami. Wizyta była dobrą okazją do poszerzenia wiedzy oraz wymiany poglądów na temat przyszłości sektora geologicznego w kontekście globalnych wyzwań.

PODZIAŁ KOMPETENCJI

Kluczową kwestią jest zrozumienie złożonego systemu podziału odpowiedzialności za geologię i górnictwo pomiędzy rządem federalnym a poszczególnymi stanami Australii.

Na poziomie federalnym odpowiednikiem służby geologicznej jest *Geoscience Australia*. To federalna instytucja rządowa, która dostarcza informacji geologicznych i wspiera podejmowanie decyzji w zakresie zasobów mineralnych. Współpracuje ona z różnymi organizacjami rządowymi, instytucjami badawczymi i przemysłem oraz wspiera rozwój gospodarczy i społeczny Australii. Nie ma natomiast bezpośredniego wpływu na prawo geologiczne w poszczególnych stanach. Każdy stan i terytorium Australii ma swoją własną ustawę o zasobach naturalnych, która reguluje prawa i obowiązki związane z poszukiwaniem, wydobywaniem i zarządzaniem zasobami.

Służba geologiczna stanu Queensland (GSQ) jest częścią Departamentu Zasobów Naturalnych, Górnictwa i Energii (*Department of Natural Resources, Mines and Energy*) rządu stanu Queensland. Zajmuje się zbieraniem, przechowywaniem i udostępnianiem danych geologicznych dotyczących zasobów mineralnych i energetycznych stanu Queensland.

Służba geologiczna stanu Zachodniej Australii (GSWA) do 1 lipca 2025 r. funkcjonowała w ramach Departamentu Energii, Górnictwa, Nadzoru Przemysłu i Bezpieczeństwa (*Department of Energy, Mines, Industry Regulation and Safety*) rządu stanu Zachodnia Australia. Obecnie departa-

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; aleksandra.czul@pgi.gov.pl, ORCID ID: 0009-0004-3520-6110; wiktoria.brzezinska-paciorek@pgi.gov.pl, ORCID ID: 0009-0009-1331-394X; anna.dabrowska@pgi.gov.pl, ORCID ID: 0009-0008-2942-1657; joanna.roszkowska-remin@pgi.gov.pl, ORCID: 0000-0002-0696-4404; agata.fudala@pgi.gov.pl, ORCID ID: 0009-0006-8558-0455

ment funkcjonuje pod nazwą *Department of Mines, Petroleum and Exploration* (DMPE). Odpowiada za badania geologiczne, w tym tworzenie baz danych, map i publikacji geologicznych, wspierając przemysł i inwestycje w sektorze zasobów naturalnych.

Służba geologiczna stanu Południowej Australii (GSSA) działa w ramach Departamentu Energii i Górnictwa (*Department for Energy and Mining – DEM*) rządu stanu Południowa Australia. Specjalizuje się w analizie geologicznej i geofizycznej zasobów mineralnych i energetycznych, zarządzaniu danymi geologicznymi oraz wspieraniu inwestycji w sektorze zasobów naturalnych.

ŚLUŻBA GEOLOGICZNA STANU AUSTRALIA ZACHODNIA

14 października 2024 r. delegacja złożyła wizytę w Magazynie Rdzeni Wiertniczych *Carlisle Perth Core Library* Departamentu Górnictwa, Ropy Naftowej i Eksploracji (*Department of Mines, Petroleum and Exploration – DMPE*) w stanie Australia Zachodnia w Perth. Polskiej delegacji przedstawiono zagadnienia związane z działalnością sektora górniczego w stanie oraz zadania realizowane przez departament.

W Australii Zachodniej największym i najprężniej rozwijającym się sektorem przemysłowym jest górnictwo. Produkcja surowców mineralnych jest szacowana na 183 mld AUD. Surowce pozostają własnością rządu (korony), a właściciel gruntu nie jest właścicielem złoża, jednak, by doszło do eksploatacji musi wyrazić zgodę na dostęp do nieruchomości oraz uzyskuje odpowiednią rekompensatę. Głównym zadaniem DMPE jest kształtowanie polityki surowcowej, zapewnienie zaplecza badawczego oraz wspieranie firm zajmujących się eksploatacją surowców, a także regulowanie ich działalności. Natomiast głównym zadaniem GSWA jest dostarczanie wszystkim interesariuszom wiedzy i wsparcia w zakresie badań oraz dostępu do informacji geologicznej gromadzonej przez służbę od roku 1886. Jednym z flagowych programów GSWA jest prowadzony od 2010 r. program współfinansowanych wierceń badawczych *Exploration Incentive Scheme* (EIS), w którym przedsiębiorcy mogą się ubiegać o dofinansowanie przez rząd stanowy wierceń poszukiwawczych i badań geofizycznych. Nabory do programu są otwierane dwa razy w roku i odbywają się na podstawie składanych wniosków. Wysokość współfinansowania wierceń i badań może wynieść nawet 50% planowanych kosztów bezpośrednio związanych z wierceniem (*direct drilling costs*). Wszystkie dane uzyskane podczas tych badań zasilają zasób bazy danych GSWA.

Służba geologiczna stanu Zachodniej Australii może pochwalić się rozwiniętymi repozytoriami informacji. Od ponad dekady rdzenie wiertnicze są nie tylko archiwizowane, ale systemowo poddawane zaawansowanym analizom np. na skanerze HyLogger.

HyLogger to skaner widmowy opracowany w Australii przez firmę CSIRO, umożliwia on szybką i bezpieczną analizę próbek rdzeni wiertniczych przy użyciu spektroskopii widzialnej i podczerwonej wraz z obrazowaniem cyfrowym. W 2009 r. sześć urządzeń HyLogger-2 zostało rozlokowanych w całej Australii, tworząc *AuScope National Virtual Core Library* (NVCL) – wspólny projekt finansowany przez rządy federalne i stanowe, mający na celu dostarczanie znormalizowanych danych mineralnych i obra-

zowych dla rdzeni wiertniczych. NVCL to największa na świecie internetowa baza danych mineralogicznych rdzeni wiertniczych, zawierająca ponad 1,6 mln m danych rdzeni wiertniczych, dostępnych bezpłatnie dla użytkowników na całym świecie. Zbiory danych NVCL są dostępne za pośrednictwem portalu *AuScope Discovery*.

Służba dysponuje również innymi zaawansowanymi bazami danych:

- ❑ baza danych *Mines and Mineral Deposits* (MINEDEX) zawiera kompleksowe dane na temat miejsc i projektów górniczych i poszukiwawczych w Australii Zachodniej, a także szczegółowe informacje o stanie eksploatacji, lokalizacji, szacunkach zasobów mineralnych i wiele innych. Korzystanie z MINEDEX jest bezpłatne i nie wymaga logowania ani rejestracji;
- ❑ *Western Australian Mineral Exploration* (WAMEX) – to baza danych dotycząca poszukiwań złóż, w której jest przechowywanych ponad 120 tys. raportów szczegółowo opisujących wcześniejsze poszukiwania w Australii Zachodniej. Istotną rolą GSWA jest gromadzenie danych zebranych w trakcie historii poszukiwań złóż mineralnych w Australii Zachodniej. Równie ważne jest udostępnianie tych danych na zewnątrz;
- ❑ *Company Mineral Drillhole Database* (MDHDB) – baza danych otworów wiertniczych zawiera ponad 2 mln historycznych otworów wiertniczych i ponad 7 mln próbek powierzchniowych pochodzących z ogólnodostępnych raportów. Zgodnie z prawem przedsiębiorstwa mają obowiązek składania rocznych raportów eksploracyjnych, z których niektóre zawierają próbki powierzchniowe i dane z otworów wiertniczych. Dane przechowywane w tej bazie stają się dostępne po opublikowaniu raportów, zazwyczaj po upływie 5-letniego okresu poufności. MDHDB nie zawiera kompleksowych danych historycznych dotyczących odwiertów w Australii Zachodniej, gdyż wymogi dotyczące sprawozdawczości zmieniały się na przestrzeni czasu.

Przekazywanie rdzeni do bibliotek rdzeniowych GSWA odbywa się zgodnie z odpowiednimi przepisami i wytycznymi przemysłu energetycznego i mineralnego. Obowiązek zgłoszenia rdzeni uzyskanego podczas wierceń branży energetycznej wynika z przepisów rozporządzenia w sprawie zarządzania zasobami ropy naftowej i energii geotermalnej (Regulations, 2015a) oraz rozporządzenia dotyczącego ropy naftowej na obszarach podmorskich (Regulations, 2015b). Okres wyłączności na korzystanie z informacji geologicznej z otworów za surowcami energetycznymi wynosi 2 lata. Wszystkie próbki odwiertów naftowych, a także geotermalnych przesyłane są do Biblioteki Rdzeni Perth (Leighton, 2012).

Inaczej wygląda to w branży mineralnej. Zgodnie z przepisami górniczymi z 1981 r. (Mininig Regulations, 1981) firmy muszą mieć własne archiwum rdzeni. Jeśli planują zniszczyć rdzeń, są zobligowane powiadomić służbę geologiczną pisemnie z co najmniej 3-miesięcznym wyprzedzeniem. Ma to na celu wychwycenie istotnych rdzeni wiertniczych, które powinny zostać przyjęte na stan magazynów rdzeni departamentu. Wszystkie rdzenie pozyskane w ramach Programu Wiercenia Współfinansowanego w ramach EIS muszą zostać przekazywane do magazynu rdzeni.

Zgodnie z prawem firmy mogą również oferować lub być proszone przez departament o przekazanie rdzeni. Kryteriami wyboru rdzeni do archiwizacji są m.in. znaczące mineralizacje, rdzenie z obszarów, których ponowne wiercenie może być trudne lub kosztowne, takich jak obszary miejskie, parki narodowe, obszary odległe lub głębokie otwory (Roberts, 2002).

Informacja geologiczna w postaci próbek i rdzeni jest udostępniana nieodpłatnie zarówno w celu dokonania wglądu, jak i poboru. Rdzeń finansowany w ramach programu EIS jest dostępny do pobrania dopiero po przeprowadzeniu przez służbę analiz HyLoggerem. Pobieranie próbek z rdzenia nie zostanie zatwierdzone przez służbę, jeśli wcześniej pobierano je w ramach tego samego rodzaju badań, z podobnych interwałów. Służba oferuje między innymi możliwość wykonania badań fluorescencji rentgenowskiej (*X-Ray Fluorescence* – pXRF) oraz dyfrakcji rentgenowskiej (*X-Ray Diffractometry* – pXRD) na miejscu. Wyniki pozostałych, wykonanych przez zainteresowanego podmiot badań na pobranych próbkach muszą zostać przekazane do bazy danych GSWA w ciągu 6 miesięcy od pobrania. W razie braku zwrotu pobranej próby lub nieprzekazania uzyskanych wyników badań, podmiot, który takie próby pobrał, nie uzyska w przyszłości pozwolenia na dalszy wgląd i pobieranie nowych prób. Wyniki analiz zostaną opublikowane przez służbę w bazach po upływie 6 miesięcy od daty poboru próbek, chyba że departament zdecyduje inaczej (<https://www.wa.gov.au/>).

Służba geologiczna stanu Australia Zachodnia ma dwa specjalnie zaprojektowane magazyny rdzeni: Bibliotekę Rdzeni Perth w Carlisle i Bibliotekę Rdzeni Joe Lord w Kalgoorlie. Magazyny te służą do prezentacji i archiwizacji rdzeni wiertniczych, udostępniając je do przyszłych działań poszukiwawczych. Magazyny są obecnie wypełnione w 70%, liczbą 15 516 palet, a przewidywana data całkowitego zapelnienia to rok 2032. W magazynie w Perth, który delegacja miała okazję wizytować, znajdują się rdzenie z badań poszukiwawczych za węglowodorami oraz za surowcami mineralnymi. Magazyn w Perth powstał w 2002 r., a w 2016 r. został rozbudowany i zmodernizowany, umożliwiając składowanie 14,3 tys. palet, czyli 1000 km rdzenia. W Kalgoorlie są przechowywane rdzenie tylko z poszukiwań surowców mineralnych (zarówno na lądzie, jak i morzu). Rozbudowa Kalgoorlie kosztowała 7 mld AUD została zakończona pod koniec 2021 r. Rocznie do magazynów wpływa ok. 2600 palet, a metraż rdzeni obecnie przechowywanych w magazynach wynosi ok. 420 tys. mb. W latach 2015–2016 skontrolowano 116 tys. mb. rdzenia, co oddaje imponującą skalę funkcjonowania magazynu. Rocznie jest pobieranych ok. 5000 próbek.

SLUŻBA GEOLOGICZNA STANU POŁUDNIOWEJ AUSTRALII

W stanie Południowa Australia to Departament Energii i Górnictwa administruje i zarządza złożami kopalin na podstawie ustawy o górnictwie z 1971 r. (Mining Act, 1971). Obejmuje to rozpoznanie, poszukiwanie i wydobywanie minerałów (*prospect, explore and mine*), a także może dotyczyć produkcji i przetwarzania tych minerałów w komercyjnie opłacalny produkt. Zasoby mineralne są własnością państwa. Podmioty posiadające koncesje na poszukiwanie lub eksploatację złóż mają ustawowy obowiązek składania sprawozdań, danych oraz przekazywania próbek

związanych z prowadzoną działalnością. Stan jest ważnym na świecie producentem miedzi, uranu i cyrkonu, a także staje się znaczącym producentem rudy żelaza, szczególnie rudy magnetytowej, która może być wykorzystywana w produkcji zielonej stali. W tym stanie jest wydobywane również złoto, srebro, minerały przemysłowe oraz kamienie budowlane i opał, a także rozwijanych jest wiele projektów dotyczących minerałów krytycznych, takich jak grafit, kaolin-haloizyt i pierwiastki ziem rzadkich.

GSSA udostępnia szeroki wybór otwartych danych, informacji i produktów z zakresu geologii dla branży górniczej, naftowej i poszukiwawczej. Produkty i usługi obejmują m.in.: przeglądarki map, bazy danych, dane geofizyczne, dane geochronologiczne, wyniki analiz chemii izotopowej, modele geologiczne 3D. Bezpłatne pobieranie i dostarczanie danych oraz administrowanie nieruchomości online odbywa się za pośrednictwem strony internetowej SARIG. Aby uzyskać satysfakcjonujące wyniki wyszukiwania interesującej nas frazy, warto zastosować odpowiednie słowa kluczowe (*keywords*), takie jak nazwy arkuszy map geologicznych, lokalizacji, metody eksploracji, jednostki wiekowe oraz inne istotne terminy z zakresu geologii i dziedzin pokrewnych, które pozwolą precyzyjnie zidentyfikować kluczowe informacje zawarte w raportach.

Wszystkie próbki geologiczne i powiązane dane przesłane do Biblioteki Głównej są dostępne publicznie. Rdzenie wiertnicze przechowywane w Bibliotece Rdzeni Wiertniczych Australii Południowej są systematycznie skanowane przy użyciu technologii HyLogger, a dane przesyłane do Narodowej Wirtualnej Biblioteki Rdzeniowej (NVCL). Dane HyLogger z SARIG i NVCL pozwalają badaczom i eksploratorom przeglądać obrazy rdzeni wiertniczych o wysokiej rozdzielczości i powiązane z nimi dane spektralne online. Wstępne rezerwacje wglądu do próbek geologicznych w magazynach rdzeni można składać za pośrednictwem SARIG z minimum 7-dniowym wyprzedzeniem.

Firmy zajmujące się poszukiwaniami surowców mineralnych w Australii Południowej są zobowiązane przepisami do przekazywania reprezentatywnych próbek rdzeni wiertniczych oraz innych próbek geologicznych, powstałych w trakcie obowiązywania koncesji, do DEM. Zgodnie z art. 15AJ ustawy Mining Act (1971) posiadacze koncesji mają obowiązek przechowywania wszystkich próbek geologicznych uzyskanych w trakcie prowadzenia działalności w sposób, formie i przez okres określony w Mining Regulations (2020). Nadesłane próbki minerałów są oceniane przez departament pod kątem ich wartości ekonomicznej i naukowej, a kluczowe próbki są wybierane do przechowywania w Bibliotece Rdzeni Wiertniczych Australii Południowej. Inne podejście jest stosowane do próbek uzyskanych z poszukiwań ropy naftowej, te nie podlegają ocenie i są od razu archiwizowane (<https://www.energymining.sa.gov.au/>). Firmy, które wysłały materiał niespełniający wymaganych wytycznych, zostaną obciążone karą za czas, pracę i materiały potrzebne do zapewnienia zgodności materiału.

Delegaci z PIG-PIB i MKiŚ odbyli wizytę w Magazynie Rdzeni Wiertniczych Departamentu Energii i Górnictwa w stanie Australia Południowa w Adelajdzie, gdzie są przechowywane próbki ze 130-letniej historii stanowych badań geologicznych. Archiwum rdzeni jest jednostką organizacyjną prowadzoną w ramach GSSA. Biblioteka Rdzeni Wiertniczych Australii Południowej została wybudowana w 2016 r. i jest jednym z najbardziej zaawansowanych

magazynów na świecie. W swoim zasobie posiada 7,5 mln m próbek rdzeni wiertniczych, które wcześniej znajdowały się w czterech różnych magazynach w całym stanie. Oszacowano, że nowy magazyn może pomieścić próbki z kolejnych 20 lat. Magazyn wyróżnia m.in. nowoczesna i przestronna sala badań, wyposażona w mikroskopy, wagi, piły do przecinania rdzeni, piece do suszenia próbek, HyLogger TM, salę konferencyjną oraz pokój wizualizacji 3D Holloway Geoscience 3D Theatre. W bibliotece można oglądać jednocześnie do 2 km rozłożonego rdzenia, co ukazuje imponujący rozmiar magazynu. Rdzenie są przechowywane w skrzynkach drewnianych z elementami metalowymi. W zasobach zgromadzonych w Adelajdzie znajduje się zbiór ponad 100 tys. okazów biostratygraficznych, które stanowią materiał referencyjny do określenia wieku ważnych wydarzeń geologicznych i zdefiniowania stratygrafii Australii Południowej.

SŁUŻBA GEOLOGICZNA STANU QUEENSLAND

Do kluczowych aktów prawnych regulujących gospodarkę zasobami mineralnymi w stanie Queensland należą: ustawa o zasobach mineralnych z 1989 r. (Mineral Resources Act, 1989) oraz rozporządzenie w sprawie zasobów mineralnych z 2013 r. (Mineral Resources Regulation, 2013). Stan Queensland jest jednym z najintensywniej rozwijających się górniczo stanów w Australii, a służba geologiczna jedną z najstarszych powołanych służb i liczy ponad 150 lat. Głównym celem władz stanu Queensland jest przyciągnięcie nowych inwestycji do sektora zasobów mineralnych i energetycznych, realizowanych poprzez szereg kluczowych mechanizmów, tj. stymulowanie inwestycji poprzez np. przyznawanie grantów partnerom branżowym, inwestowanie w zasoby danych i informacji, gromadzenie nowych danych – np. geofizyka, sejsmika, zwiększenie liczby publikacji i wydobywanie wartości z istniejących zbiorów danych, usprawnienie procesu decyzyjnego oraz aktywne zaangażowanie w rozwój przemysłu. Stan Queensland jest bogaty w zasoby mineralne, w tym znaczne złoża węgla, boksytu i różnych metali, takich jak miedź, złoto, ołów, srebro i cynk. Może również się pochwalić złożami fosforytów, magnezytu i piasku kwarcowego, a także cennymi kamieniami szlachetnymi, takimi jak szafir, opal i chryzopraz. Ponadto Queensland eksploruje i rozwija zasoby kluczowych minerałów niezbędnych dla powstających technologii i przejścia na gospodarkę niskoemisyjną.

Delegacja odbyła wizytę w *Exploration Data Center* (EDC) służby geologicznej stanu Queensland w Zillmere, która jest częścią Departamentu Zasobów, Górnictwa i Energii Rządu Queensland. EDC został zbudowany w 1979 r., natomiast w 2016 r. oddano do użytku nową rozbudowaną część magazynu. Rozbudowa trwała 3 lata, a na jej realizację przeznaczono 5 mln AUD. Zbiór obejmuje ok. 6000 km rdzeni wiertniczych z całego stanu, które przechowywane są w dwóch magazynach: Centrum Danych Eksploracyjnych w Zillmere oraz magazynie rdzeni wiertniczych im. Johna Campbella Milesa w Mount Isa. Próbkę te pochodzą z ponad 11,6 tys. otworów wiertniczych wykonanych na przestrzeni ostatnich 100 lat. Centrum Danych Eksploracyjnych w Zillmere jest wyposażone w obracaną wagę do palet ze skrzynkami, podest do fotografowania rdzeni, jeżdżący system do profilowania z akumulatorem oraz mobilne łączenia stołów rolkowych. Rdzenie są przechowywane w skrzynkach drewnianych, plastikowych i me-

talowych. Warty uwagi jest fakt, że nawet tak rozwinięte służby mają problem z wyborem materiału do wyrobu skrzynek do przechowywania rdzeni. Skrzynki plastikowe nie sprawdzają się ze względu na możliwe wygięcia, a metalowe mogą oddziaływać na przechowywaną próbkę. Zanim jednak próbki geologiczne zostaną zaakceptowane i przekazane, są oceniane i porównywane z istniejącymi próbkami w celu ustalenia, czy stanowią nowy lub bardziej reprezentatywny przekrój stratygraficzny dla danego regionu.

W Queensland delegacja odbyła spotkanie z dyrektorem ds. geoinformacji oraz specjalistami od baz danych. Podczas spotkania została przedstawiona struktura służby geologicznej stanu, jej główne cele, modernizacja prowadzonych przez służbę baz danych oraz systemy GSQ Open Data Portal and Lodgement Portal. Służba geologiczna Queensland wszystkie materiały w formie papierowej digitalizuje, a oryginały niszczy lub przekazuje do archiwów państwowych jako materiały o wartości historycznej. Portale GSQ *Open Data* i portal GSQ *Lodgement* służą różnym celom związanym z dostępem do danych i ich zarządzaniem:

- ❑ portal *Open Data* służy do wyszukiwania i pobierania szerokiego zakresu publicznie dostępnych zestawów danych z dziedziny nauk o Ziemi, raportów firmowych i publikacji. Zapewnia on dostęp do całego zasobu przechowywanego przez służbę, który obejmuje aż 65 TB danych. Dzięki zaawansowanym funkcjom wyszukiwania – w tym wyszukiwaniu logicznemu z wykorzystaniem operatorów AND, OR i NOT – użytkownicy mogą precyzyjnie zawęzić lub rozszerzać zakres wyników w zależności od potrzeb. Wszystkie dane są w pełni otwarte i dostępne do bezpośredniego pobrania ze strony internetowej;
- ❑ portal *Lodgement* został zaprojektowany jako narzędzie do łatwego składania obowiązkowych sprawozdań ustawowych oraz metadanych przez posiadaczy uprawnień do zasobów. Portal przechowuje obecnie ponad 100 tys. raportów, a składane dokumenty muszą być zgodne z określonymi standardami raportowania (wymaganym formatem jest PDF).

Surowce krytyczne odgrywają kluczową rolę w rozwoju gospodarczym i przemysłowym stanu Queensland, szczególnie w sektorach nowoczesnych technologii energetycznych oraz zaawansowanej produkcji. Z tego względu niezwykle istotne jest zapewnienie przedsiębiorcom łatwego dostępu do już zgromadzonych danych geologicznych. Dostępność tych informacji stanowi jeden z ważnych mechanizmów wspierających inwestycje i pobudzających aktywność gospodarczą w regionie. Dotychczasowe wyszukiwanie interesujących nas informacji w zasobach służby Queensland ograniczało się do użycia słów kluczowych i metadanych. Aby jednak jeszcze bardziej ułatwić wyszukiwanie, zostało wprowadzone nowoczesne rozwiązanie oparte na sztucznej inteligencji, umożliwiające wyszukiwanie w języku naturalnym tzw. wyszukiwanie semantyczne (<https://www.business.qld.gov.au/>). Funkcja ta pozwala na „konwersację” z bazą danych w celu odblokowania informacji. Co warto podkreślić, opracowanie tego typu prototypu sztucznej inteligencji zajęło służbie geologicznej tylko 4 dni i zostało zrealizowane we współpracy z zewnętrzną firmą technologiczną. Poniżej w trzech krótkich krokach zostało opisane wyszukiwanie w języku semantycznym:

1. Zapytanie użytkownika jest konwertowane na wektor liczbowy – to *embedding*, który umożliwia porównywanie zapytań i dokumentów w przestrzeni wektorowej.
2. Następuje dopasowanie do najbliższych wektorów raportów w bibliotece cyfrowej – czyli wyszukiwanie (*retrieval*) najbardziej podobnych i relevantnych dokumentów.
3. Model językowy (*Large Language Model*) analizuje te raporty i generuje odpowiedź – czyli faza generowania (*generation*) podsumowująca i integrująca znalezione informacje.

Największy przełom w zakresie dostępności danych online nastąpił w 2020 r., gdy ich ilość zwiększyła się z zaledwie 6% do imponujących 90%. Wszystkie te dane przechowywane są u zewnętrznego dostawcy chmurowego. Co warto uwagi służba geologiczna wykorzystuje uczenie maszynowe, czyli tworzenie i rozwijanie algorytmów pozwalających komputerom uczyć się na podstawie danych, zamiast być programowanymi krok po kroku przez człowieka.

PODSUMOWANIE

Wizyty w stanowych służbach geologicznych Australii okazały się bardzo owocne, pouczające i z pewnością przyniosły nowe perspektywy w zakresie technologii i prawa, które w przyszłości mogłyby zostać wdrożone w naszych warunkach. Obowiązujące w Australii rozwiązania techniczne są na najwyższym światowym poziomie. Dotyczy to zarówno przechowywania próbek i rdzeni, jak i udostępniania zainteresowanym informacji geologicznej. Logistyka zbierania i upowszechniania informacji ma swoje ugruntowanie w obowiązujących prostych przepisach, co zmniejsza liczbę nieporozumień zarówno pomiędzy dostawcami informacji (przemysłem), jak i potencjalnymi jej odbiorcami.

Ogromne wrażenie robi zaplecze archiwizacyjne i laboratoryjne dedykowane do rdzeni wiertniczych (np. wdrożony program skanowania wszystkich rdzeni sprzętem HyLogger) i łatwość w pozyskiwaniu wglądu do wyników badań. Interesujące jest również różnorodne i dostosowane do lokalnych potrzeb podejście roli stanowych służb geologicznych oraz szeroko zakrojona współpraca z innymi ośrodkami naukowymi. Wartym uwagi są również światowej klasy bezpłatne dane dostępne online oraz bezpłatny dostęp do informacji geologicznej. Wrażenie z pewnością

robi imponujący rozwój technologiczny systemów sztucznej inteligencji, czyli wprowadzanie coraz to nowszych rozwiązań, aby łatwiej i precyzyjniej uzyskiwać dostęp do informacji geologicznych. Jest to efekt wieloletniego wypracowywania najlepszych praktyk gromadzenia, przetwarzania i udostępniania informacji geologicznych, z których niewątpliwie warto czerpać inspirację.

Autorzy pragną serdecznie podziękować Recenzentowi Panu Prof. dr. hab. Krzysztofowi Szamałkowi za cenne uwagi i sugestie, które przyczyniły się do udoskonalenia pracy.

LITERATURA

- <https://www.business.qld.gov.au> (dostęp 01.08.2025 r.)
<https://www.energymining.sa.gov.au> (dostęp 01.08.2025 r.)
<https://www.wa.gov.au> (dostęp 01.08.2025 r.)
 LEIGHTON A. 2012 – Processing petroleum drillcore into trays: Perth Core Library guidelines. government of Western Australia, Department of Mines and Petroleum; pdf online:
<https://dmpbookshop.eruditetechnologies.com.au/product/processing-petroleum-drillcore-into-trays-perth-core-library-guidelines.do>
 MINERAL RESOURCES ACT, 1989 – Mineral Resources Act 1989. Department of Natural Resources and Mines, Manufacturing and Regional and Rural Development. Queensland;
<https://www.legislation.qld.gov.au/view/html/inforce/current/act-1989-110>
 MINERAL RESOURCES REGULATION, 2013 – Mineral Resources Regulation. Queensland;
<https://www.legislation.qld.gov.au/view/pdf/published.exp/sl-2013-0170>
 MINING ACT, 1971 – Mining Act 1971. South Australia;
https://www.legislation.sa.gov.au/_/legislation/lz/c/a/mining%20act%201971/current/1971.109.auth.pdf
 MINING REGULATIONS, 1981 – Mining Regulations 1981. Mining Act 1978. Western Australia;
[https://www.legislation.wa.gov.au/legislation/prod/filestore.nsf/FileURL/mrdoc_45260.pdf/\\$FILE/Mining%20Regulations%201981%20-%20%5B12-n0-00%5D.pdf?OpenElement](https://www.legislation.wa.gov.au/legislation/prod/filestore.nsf/FileURL/mrdoc_45260.pdf/$FILE/Mining%20Regulations%201981%20-%20%5B12-n0-00%5D.pdf?OpenElement)
 MINING REGULATIONS, 2020 – Mining Regulations 2020, under the Mining Act 1971. South Australia;
https://www.legislation.sa.gov.au/_/legislation/lz/c/r/mining%20regulations%202020/current/2020.300.auth.pdf
 REGULATION, 2015a – Petroleum and Geothermal Energy Resources (Resource Management and Administration) Regulations 2015;
https://www.legislation.wa.gov.au/legislation/statutes.nsf/main_mrttitle_13656_homepage.html
 REGULATION, 2015b – Petroleum (Submerged Lands) (Resource Management and Administration) Regulations 2015;
https://www.legislation.wa.gov.au/legislation/statutes.nsf/main_mrttitle_13657_homepage.html
 ROBERTS F.L. 2002 – Selection criteria for mineral drillcore in the Western Australian core libraries, 2000/14. Department of Mineral and Petroleum Resources; pdf online:
<https://dmpbookshop.eruditetechnologies.com.au/product/selection-criteria-for-mineral-drillcore-in-the-western-australian-core-libraries.do>

Praca wpłynęła do redakcji 18.08.2025 r.

Akceptowano do druku 26.08.2025 r.