



Integracja regionalnych danych geologiczno-górnictwowych z Górnośląskiego Zagłębia Węglowego

Zbigniew Małolepszy¹

Integration of regional geological and mining data in the Upper Silesian Coal Basin. *Prz. Geol.*, 72: 120–124; doi: 10.7306/2024.61

Abstract. The Upper Silesian Coal Basin (USCB) is unique for its detailed geological structure analysis, which is unparalleled in Poland. The primary focus has been on coal deposits, but extensive data has also been gathered on hydrocarbons, zinc and lead ores, and other resources. Most borehole data is concentrated in the northern, western, and central parts of the basin, while the southern and eastern areas, particularly beneath the Carpathian Foredeep and Carpathian flysch, remain less explored. From 2019 to 2023, a project aimed to integrate and verify geological and mining data from various databases. This effort built on digitalization projects from the 1990s, resulting in a substantial repository of geological information. The project successfully integrated data from over 42,500 boreholes and shafts, representing 91.5% of identified objects. The integration process involved correcting and transforming various local coordinate systems into national systems, leading to significant location adjustments. Integrated data types include borehole and shaft locations, lithostratigraphic and lithologic profiles, chemical and technological analyses of coal, methane content studies, hydrogeological, geophysical, mining, tectonic, geothermal, and biostratigraphic data. The WellMatch program, a QGIS plugin developed in this project, was crucial for identifying and integrating identical objects from different databases. This tool increased integration efficiency significantly. Additionally, over 47,700 scans of borehole logs were linked to 39,307 boreholes and shafts. The integrated data is publicly accessible through online mapping and borehole database applications, providing a robust foundation for geological modelling and resource estimation within the USCB.

Keywords: Upper Silesian Coal Basin, Geological and mining data, Boreholes and shafts, Data integration, WellMatch program

Górnośląskie Zagłębie Węglowe (GZW) wyróżnia się na tle innych obszarów kraju bardzo szczegółowym rozpoznaniem węglębnej budowy geologicznej (ryc. 1). Odwiercono tu kilkadziesiąt tysięcy otworów wiertniczych, zarówno z powierzchni, jak i z podziemnych wyrobisk górniczych, a w celu udostępnienia i eksploatacji złóż wykonano ponad 1,5 tys. szybów i szybków. Najdokładniej są rozpoznane obszary występowania złóż węgla kamiennego. Znaczną część informacji o budowie geologicznej regionu pozyskano także w trakcie poszukiwań i eksploatacji węglowodorów, rud cynku i ołowiu, piasków podsadzkowych, surowców skalnych oraz soli kamiennych. Zdecydowana większość danych otworowych pochodzi z północnej, zachodniej i środkowej części niecki górnośląskiej. Południowy i wschodni obszar niecki, w szczególności znajdujący się pod pokrywą osadów zapadliska przedkarpackiego i nasunięć fliszu Karpat, jest gorzej rozpoznany, mimo że jest on pokryty najgęstszą siecią profilowań sejsmicznych 2D i wykonano w nim jedno zdjęcie sejsmiczne 3D. Bardzo dobre rozpoznanie budowy geologicznej GZW wynika też z tego, że w regionie tym można było skonfrontować dane z otworów wierconych z powierzchni z informacjami pochodzącymi z robót górniczych w kopalniach. Ograniczeniem górniczego rozpoznania jest głębokość eksploatacji pokładów węgla kamiennego, na ogół nieprzekraczająca 900–1000 m.

Ogromna liczba cyfrowych danych geologiczno-górnictwowych z GZW jest zgromadzona w różnych bazach danych, a materiały analogowe, jeszcze nie zdigitalizowane, w wielu archiwach, w tym w m.in. w przedsiębiorstwach geologicz-

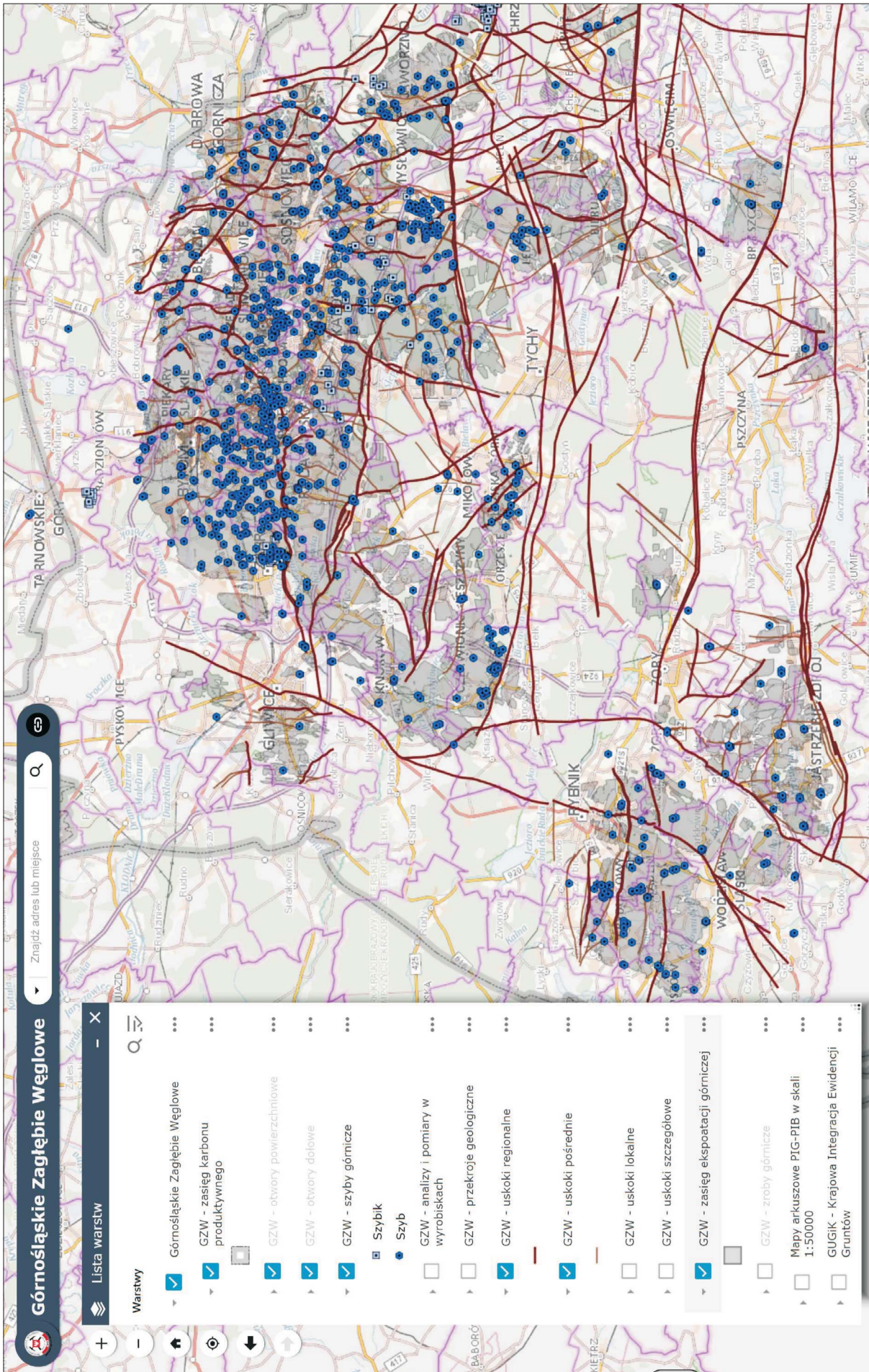
nych i Wyższego Urzędu Górniczego. W celu ułatwienia dostępu do tych danych pracownicy Państwowej Służby Geologicznej podjęli w latach 2019–2023 działania mające na celu integrację i weryfikację tych danych. Nadrzędnym celem prac było przygotowanie danych tak, aby bez dodatkowych nakładów pracy można je było wykorzystać do tworzenia geologicznych modeli występowania surowców naturalnych, w tym złóż kopalni, i odwzorowania struktury modeli hydrogeologicznych (Małolepszy i in., 2023).

Do wykonania tytułowego zadania przydatne okazały się wyniki podobnych działań prowadzonych w Oddziale Górnośląskim PIG-PIB na początku lat 90. XX w., kiedy to w formie cyfrowej bazy danych zgromadzono znaczne zasoby informacji na potrzeby prowadzonych projektów rozpoznania i szacowania zasobów złóż węgla kamiennego (Jureczka i in., 1994). Opracowano wówczas informacje o prawie 6 tys. otworów wiertniczych i szybów, uwzględniając ich precyzyjną lokalizację, szczegółowy profil litostratygraficzny i litologiczny oraz analizy chemiczno-technologiczne węgla kamiennego i wyniki badań metanozności.

TRANSFORMACJA DAWNYCH UKŁADÓW WSPÓŁRZĘDNYCH STOSOWANYCH W GZW

Prace mierniczo-geologiczne w kopalniach GZW są prowadzone od prawie 200 lat w różnych układach współrzędnych, co sprawia, że w materiałach źródłowych lokalizacje obiektów geologicznych (otworów wiertniczych

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Górnośląski, ul. Królowej Jadwigi 1, 41-200 Sosnowiec; zbigniew.malolepszy@pgi.gov.pl; ORCID ID: 0000-0003-4465-2038



Ryc. 1. Dane geologiczno-górnnicze z Górnosląskiego Zagłębia Węglowego, wyświetlane w aplikacji mapowej <https://geologia.pgi.gov.pl/gzw> szyby górnicze, zasięgi eksploatacji i uskoki
Fig. 1. Geological data about the Upper Silesian Coal Basin, displayed in the map application <https://geologia.pgi.gov.pl/gzw> mining shafts, exploitation areas and faults

z powierzchni i otworów dołowych, szybów, szybków, miejsc poboru próbek i wykonywania obserwacji) są opisane w układach specyficznych dla poszczególnych kopalń. Są to przede wszystkim różne odmiany układu Sucha Góra, układ lwowski, dwie strefy układu 1965 i dwie wersje układu Borowa Góra. Aby właściwie zintegrować dane geologiczne ze wszystkich obszarów górniczych, niezbędne było stworzenie jednolitej metody przeliczania układów źródłowych na powszechnie stosowane państwowe układy współrzędnych geodezyjnych 1992 i 2000. W związku z tym w celu transformacji rastrowych i wektorowych map w systemie GIS dla każdego z układów opracowano zestawy punktów dostosowania (Poniewiera, 2019).

INTEGRACJA INFORMACJI Z RÓŻNYCH BAZ DANYCH ZA POMOCĄ PROGRAMU *WELLMATCH*

Nazwy i lokalizacje otworów i szybów w GZW zostały w odmienny sposób opisane w kilku różnych bazach danych, co utrudnia identyfikację tych obiektów. Dane do integracji pozyskano z siedmiu następujących baz:

- ❑ zestawienie otworów w Oddziale Górnośląskim PIG-PIB (Symbol_OG);
- ❑ Otwory Wiertnicze – aplikacja Centralnej Bazy Danych Geologicznych PIG-PIB (ID_CBDG);
- ❑ obiekty hydrogeologiczne z Banku HYDRO (ID_BH);
- ❑ Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich – atlasy Katowice i Rybnik (ID_BDGI);
- ❑ baza otworowa PITAKA prowadzona przez Oddział Geologii i Eksploracji PGNiG (ID_PITAKA);
- ❑ baza otworowa Katowickiego Przedsiębiorstwa Geologicznego (ID_KPG);

- ❑ baza wyrobisk górniczych mających połączenie z powierzchnią, prowadzona przez Wyższy Urząd Górniczy w Katowicach (ID_WUG).

Integracja danych o otworach i szybach z tak wielu baz nie byłaby możliwa bez wykorzystania specjalnie opracowanego na potrzeby realizacji zadania programu *WellMatch*, przeznaczonego do identyfikacji tych samych obiektów w różnych zestawieniach (Szrek, 2023). Jest to wtyczka do programu *QGis*, umożliwiająca intuicyjną identyfikację i integrację otworów wiertniczych na mapie. Program ten został wdrożony do użytku w maju 2021 r. Pierwsze szybko uzyskane wyjątkowo pozytywne wyniki zastosowania tego oprogramowania stały się impulsem do podjęcia decyzji o realizacji zadania w szerszym zakresie niż wcześniej planowano. Pierwotnie zakładano bowiem, że zostaną zintegrowane dane o 10–12 tys. otworów i szybów, jednak użycie półautomatycznej metody *WellMatch* umożliwiło zintegrowanie ponad 42,5 tys. obiektów.

Program *WellMatch* wykorzystywano do integracji danych przez półtora roku. W tym czasie był on na bieżąco usprawniany. Obecna wersja nadal jest udoskonalana, a kolejne algorytmy jeszcze skuteczniejszego kojarzenia otworów czekają na implementację w kodach programu. Program *WellMatch* jest darmowy i został utworzony w domenie *open-source*, co w przyszłości umożliwi szerszemu gronu programistów jego dalszą rozbudowę oraz wykorzystanie w domenie publicznej. Jednak na razie jest dostępny dla pracowników PIG-PIB. Korzystając z programu *WellMatch* precyzyjnie zlokalizowano unikalne obiekty i oznaczono je identyfikatorami we wszystkich zintegrowanych bazach danych, w których figurują. Zestawienie takie umożliwia działania integracyjne pomiędzy bazami danych. Przykładową listę otworów i szybów, które zostały opisane w wielu bazach danych, zestawiono w tabeli 1.

Tab. 1. Lista kilku przykładowych otworów wiertniczych i szybów z identyfikatorami siedmiu niezależnych baz danych
Table 1. List of several sample boreholes and shafts with identifiers from seven independent databases

Nazwa otworu wiertniczego lub szybu <i>The name of the borehole or shaft</i>	Symbol bazy danych / <i>Database symbol</i>						
	ID_CBDG	Symbol_OG	ID_BH	ID_BDGI	ID_PITAKA	ID_KPG	ID_WUG
Panewniki 15	3430284	Pe-15	9420115	I02-115_942	1278721278CC	2716	
Panewniki 10	3432092	Pe-10	9420114	I02-114_942	1086363198CC	2711	
Szczygłowice 17	3436350	Sz-17	9680158	I07-RBK-4005	1467722358CC	1164	
Ludwik-Concordia 3308/64	105567	3308/64	9410142	I02-GZE-0121	1083366198CC	673	
Halemba 16	115014	H-16	9420110	I02-110_942	1081098198CC	2612	
Śląsk Szyb Radoszowy III	3436829	Sl-SzIII	9420054	I02-54_942	1090279098CC	2343	1276_GEMES_5
Makoszowy Szyb I 3352/109	3435806	Mk-SzI		I02-ZBM-0194	1084365198CC	1912	1429_GEMES_5
Pstrowski Szyb Mieczysław	113478	Ps-SzM		I02-BYM-0143	1087632198CC	1919	761_GEMES_3
Mikulczyce-Rokitnica Szyb Gigant	3440515	Ps-SzG		I02-BYM-0144	1087542198CC	1847	762_GEMES_3
Zabrze-Bielszowice Szyb Zbyszek	105027	Ps-SzZ		I02-ZAB-0106	1088091198CC	2002	782_GEMES_3
Miechowice Szyb Zachodni	106082	Mw-SzZ		I02-BYM-0124	1084815198CC	1757	972_GEMES_3

ID_CBDG – Otwory Wiertnicze – aplikacja Centralnej Bazy Danych Geologicznych PIG-PIB / *Boreholes – application of the Central Geological Database PGI-NRI*;

Symbol_OG – zestawienie otworów w Oddziale Górnośląskim PIG-PIB / *list of boreholes in the Upper Silesian Branch PGI-NRI*;

ID_BH – obiekty hydrogeologiczne z Banku HYDRO / *hydrogeological wells from the HYDRO Bank*;

ID_BDGI – Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich z atlasów Katowice i Rybnik / *Geological and Engineering Database from the Katowice and Rybnik atlases*;

ID_PITAKA – baza otworowa PITAKA prowadzona przez Oddział Geologii i Eksploracji PGNiG / *PITAKA borehole database run by the Geology and Exploration Department of PGNiG*;

ID_KPG – baza otworowa Katowickiego Przedsiębiorstwa Geologicznego / *borehole database of the Katowice Geological Enterprise*;

ID_WUG – baza wyrobisk górniczych mających połączenie z powierzchnią, prowadzona przez Wyższy Urząd Górniczy w Katowicach / *database of mining excavations connected to the surface, run by the State Mining Office in Katowice*.

DOŁĄCZENIE SKANÓW KART OTWOROWYCH DO OTWORÓW W CBDG

Dokumenty zgromadzone w Centralnym Archiwum Geologicznym (CAG), w tym dokumentacje otworowe, geologiczne i hydrogeologiczne, między innymi także karty otworów wykorzystywane do sporządzania dokumentacji, od wielu lat są digitalizowane (Kaczmarek, 2024). Karta otworu wiertniczego zawiera syntetyczne zestawienie najważniejszych informacji o stratygrafii i litologii przewierconych skał i parametrach otworu wiertniczego, dlatego dowiązanie skanu karty do otworu w bazie danych i umożliwienie użytkownikowi bezpośredniego dostępu do tych kart, bez konieczności wyszukiwania dokumentacji, znacznie ułatwi i przyspieszy wyszukiwanie informacji. Dlatego też w opisywanym projekcie zainicjowano dowiązywanie plików z zeskanowanymi kartami do poszczególnych otworów. Proces ten jest kontynuowany w aplikacji internetowej CBDG OtworyWiertnicze, a skany kart otworowych są ogólnodostępne.

Karty otworowe pozyskiwano w głównej mierze z Centralnego Archiwum Geologicznego z zeskanowanych dokumentacji geologicznych i hydrogeologicznych oraz z zasobu teczek otworowych. Uzupełnieniem informacji z CAG były karty otworów, które nigdy nie trafiły do dokumentacji geologicznych, co spowodowało, że nie znalazły się w CAG-u. Dane dotyczące kilku tysięcy takich otworów w GZW odnaleziono w archiwach Wyższego Urzędu Górniczego i przedsiębiorstw geologicznych, a następnie wypożyczono je do skanowania w pracowni CAG-u.

INTEGRACJA INNYCH DANYCH GEOLOGICZNO-GÓRNICZYCH

W ramach realizacji projektu integrowano i weryfikowano nie tylko informacje o otworach wiertniczych i szybach w GZW, ale również dane litologiczne, stratygraficzne, biostratygraficzne, tektoniczne, górnicze, geofizyczne, geotermiczne, hydrogeologiczne i analityczne oraz dotyczące parametrów węgla kamiennego i metanu (tab. 2).

Tab. 2. Zestawienie zintegrowanych danych, które dodano do zasobu cyfrowego Centralnej Bazy Danych Geologicznych
Table 2. List of integrated data added to the digital resource of the Central Geological Database

Obiekty / Objects	Liczba dodanych rekordów/plików Number of records/files added
Otwory z powierzchni / Boreholes drilled from the surface	15256
Otwory dołowe / Underground boreholes	17134
Szyby i szybiki / Shafts	1181
Stratygrafia / Stratigraphy	56195 rekordów w 22939 otworach / 56,195 records in 22939 boreholes
Analizy chemiczno-technologiczne węgla (otwory wiertnicze) Chemical and technological analyses of coal (boreholes)	49191 w 1879 otworach / 49,191 in 1,879 boreholes
Analizy chemiczno-technologiczne węgla (wyrobiska górnicze) Chemical and technological analyses of coal (mine workings)	26720 w wyrobiskach / 2,6720 in mine workings
Pomiary metanonośności w otworach Measurements of methane-bearing capacity in wells	11591 w 861 otworach / 11,591 in 861 boreholes
Pomiary metanonośności w wyrobiskach Measurements of methane-bearing capacity in mine workings	24799
Litologia / Lithology	240 125 warstw w 800 otworach / 240,125 layers in 800 boreholes
Refleksyjność wityrynytu / Vitrinite reflectance	4641 próbek w 164 otworach / 4641 layers in 164 boreholes
Petrografia skał / Rock petrography	6814 próbek w 23 otworach / 6,814 samples in 23 boreholes
Analizy składu chemicznego wody i współczynnik filtracji Analyses of water chemical composition and filtration coefficient	946 w 516 otworach / 946 in 516 boreholes
Pomiary temperatury skał w otworach / Rock temperature measurements	73 profilowania termiczne / 73 temperature logs profilings
Pomiary pierwotnej temperatury skał Measurements of original temperature of rocks	2454
Uskoki / Faults	17 622 obiekty liniowe definiujące 670 uskoków 17,622 linear features defining 670 faults
Profilowania geofizyki otworowej / Borehole geophysics logs	w 228 otworach / in 228 boreholes
Profilowania prędkości średnich / Average velocity logs	w 136 otworach / in 136 boreholes
Profilowania krzywizny otworów / Deviation logs	361
Profilowania sejsmiki 2D / 2D seismic surveys	192 linie / lines
Profilowania sejsmiki 3D / 3D seismic survey	1 cube
Zroby poeksploatacyjne Mine workings	2764,22 km ² (suma wszystkich pokładów) 2764,22 km ² (sum of all coal seams)
Biostratygrafia – makrofauna / Biostratigraphy – macrofauna	1688 taksonów w 20 otworach (dewon, karbon) 1,688 taxa in 20 boreholes (Devonian, Carboniferous)
Biostratygrafia – mikroskamieniałości / Biostratigraphy – microfossils	2445 taksonów w 34 otworach (dewon, miocen) 2,445 taxa in 34 boreholes (Devonian, Miocene)
Przekroje geologiczne / Geological cross-sections	1051
Mapy geologiczno-złożowe / Geological and deposit maps	zaindeksowano 16 226, skalibrowano 2030 indexed 16,226, georeferenced 2,030

Tab. 3. Wyniki integracji danych o otworach wiertniczych i szybach w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym
Table. 3. Results of data integration of boreholes and shafts in the Upper Silesian Coal Basin

Dane Data	Otwory z powierzchni Boreholes from the surface	Otwory i szybyki dolowe Underground boreholes and shafts	Szyby i szybyki z powierzchni Shafts from the surface	Łącznie otwory i szyby Total boreholes and shafts
Zintegrowane Integrated	23168	17 834	1 552	42 554
Niezintegrowane Not integrated	3 522	423	13	3 958
Łącznie / Total				46 512

DIGITALIZACJA MAP I PRZEKROJÓW GEOLOGICZNO-ZŁOŻOWYCH

W celu właściwej lokalizacji otworów i szybów, a także zrobów i przejawów tektoniki zdigitalizowano i skalibrowano w odpowiednich układach współrzędnych 2030 map z dokumentacji geologiczno-złożowych. Dodatkowo pozyskano z zewnętrznych archiwów historyczne, wielkoskalowe mapy z przełomu XIX i XX w., obrazujące lokalizację otworów wiertniczych i szybów. Zgromadzono również skany 1022 przekrojów geologiczno-złożowych i wykorzystano je do tworzenia modelu 3D GZW. Dostępne są także jako warstwa w serwisie mapowym GZW pod adresem <https://geologia.pgi.gov.pl/gzw>, gdzie po kliknięciu w linię wybranego przekroju można wyświetlić jego skan.

WYNIKI PRAC

Udało się zidentyfikować 46 512 otworów, wierconych zarówno z powierzchni, jak i z podziemnych wyrobisk górniczych. Poddano je szczegółowej weryfikacji pod kątem odtworzenia pierwotnej lokalizacji, właściwej nazwy oraz roku wiercenia lub głębinienia. Prace te pozwoliły zintegrować dane z 42 554 otworów i szybów, czyli 91,5% obiektów. Nie zintegrowano natomiast pozostałych 3958 obiektów, głównie z powodu braku informacji o ich lokalizacji. Obiekty te oznaczono w bazie Otwory Wiertnicze CBDG i pozostawiono do przyszłych weryfikacji (tab. 3).

Wymiernym efektem realizacji zadania było zwiększenie zasobu cyfrowego aplikacji Otwory Wiertnicze CBDG o 33 571 obiektów o łącznym metrażu 3146,6 km. Po zweryfikowaniu lokalizacji, stratygrafii i innych istotnych parametrów do bazy dodano informacje o 15 256 otworach odwierconych z powierzchni terenu, 17 134 otworach dołowych oraz 1181 szybach i szybikach. Weryfikacja i korekta współrzędnych otworów i szybów opisanych w bazach pozwoliła skorygować położenie 7294 obiektów o łączną odległość 18 912 km.

Do 39 307 otworów i szybów zinwentaryzowanych w CBDG na obszarze GZW dowiązано 47 714 kart otworowych i zestawień tabelarycznych z informacjami o tych obiektach. Liczba kart przewyższa liczbę otworów i szybów, ponieważ wiele kart powielono, zamieszczając je w kilku dokumentacjach. Skany kart otworów są dostępne w aplikacji internetowej CBDG Otwory Wiertnicze.

Na podstawie zdigitalizowanych danych z obszarów kopalń zlikwidowanych oraz lokalizacji krawędzi eksploatacji pozyskanych z kopalń czynnych zaktualizowano informację o sumarycznym zasięgu eksploatacji górniczej. Zinwentaryzowany w bazach zasięg zrobów poeksploatacyjnych zwiększono o ponad 2400 km² – z dotychczasowych 330 do 2764,22 km².

PODSUMOWANIE

Zintegrowane i zweryfikowane dane geologiczno-górnice z obszaru GZW, jakie zgromadzono w CBDG, mogą być wykorzystywane do realizacji różnych geologicznych opracowań przestrzennych, w tym surowcowych, bez konieczności wnikliwej i czasochłonnej analizy wiarygodności danych. Praktyka wskazuje, że takie analizy często pochłaniają większą część pracy nad modelem złoża i należy mieć nadzieję, że oddane do użytkowania dane ułatwią realizację wielu przyszłych projektów. Ponadto zintegrowane informacje o intensywnej eksploatacji górniczej, udostępnione on-line w formie zasięgu zrobów i lokalizacji szybów, mogą wspomóc szacowanie zagrożeń powodowanych przez deformacje powierzchni terenu w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym.

Efektom realizacji zadania jest unikalna baza wiedzy o warunkach geologiczno-górnicznych w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym, zawierająca zintegrowane informacje pochodzące z otworów wiertniczych, map i przekrojów geologiczno-złożowych. Dane te po części są publicznie udostępniane za pośrednictwem aplikacji mapowej o adresie <https://geologia.pgi.gov.pl/gzw>, a po części zostały zwizualizowane w przeglądarce Geo3D w modelu geologicznym 3D pod adresem <https://geo3d.pgi.gov.pl/gzw/index.html>

Dziękuję spółkom węglowym za udostępnienie danych. Za wszechstronną pomoc w poszukiwaniu i pozyskiwaniu danych górniczych szczególnie dziękuję Panu Włodzimierzowi Mosórowi, Dyrektorowi Archiwum Dokumentacji Mierniczo-Geologicznej Wyższego Urzędu Górniczego w Katowicach. Dziękuję także firmie *Schlumberger* za udostępnienie licencji oprogramowania *Petrel*, które wykorzystywano w PIG-PIB do integrowania danych i modelowania geologicznego.

LITERATURA

- JURECZKA J., GALKA M., KWACIŃSKI J. 1994 – Archiwizacja komputerowa wyników prac geologicznych, wiertniczych i kartograficznych Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Arch. Oddziału Górnośląskiego Państw. Inst. Geol.-PIB, Sosnowiec.
- KACZMAREK K. 2024 – Digitalizacja dokumentacji Narodowego Archiwum Geologicznego. IV Polski Kongres Geologiczny. Streszczenia referatów i posterów. Pol. Tow. Geol.: 65.
- MAŁOLEPSZY Z., MASŁANKA R., MARKIEWICZ K., NAGLIK B., BAGIŃSKI M. 2023 – Integracja regionalnych danych geologiczno-górnicznych w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym na potrzeby przestrzenne-go modelowania zasobów złóż surowców naturalnych. Arch. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa.
- PONIEWIERA M. 2019 – Opracowanie transformacji źródłowych układów górniczych (Sucha Góra, układ lwowski i inne) do państwowych układów współrzędnych 1992 i 2000 dla obszarów czynnych i zlikwidowanych kopalń węgla kamiennego GZW. Arch. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa.
- SZREK D. 2023 – Geologia i informatyka w jednym miejscu. 7. Forum PSG i PSH; <https://www.youtube.com/watch?v=I51C1j9b66M&t=811s>