

Problemy i wyzwania w prowadzeniu Otworowej Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (p-BDGI)

Malwina Judkowiak¹, Izabela Samel¹, Edyta Majer¹, Marta Sokołowska¹, Krzysztof Majer¹



M. Judkowiak



I. Samel



E. Majer



M. Sokołowska



K. Majer

Problems and challenges in Engineering and Geological Database maintenance. *Prz. Geol.*, 69: 772–778.

Abstract. Engineering and Geological Database (BDGI) was created in 2013. This is a unique, continuously developed digital collection of borehole logs (currently over 300,000 boreholes) and laboratory test results from different regions of Poland with a special attention to urban areas. These data are gathered, verified and shared via web browsers according to own, PGI-NRI procedure. The database is used for spatial analyses and preparation of engineering-geological maps for spatial management and design purposes. The article presents the most common problems in collecting and gathering archive data, referring to proper location of boreholes, data interpretation, developed dictionaries and a data input wizard, etc. The article has been prepared as part of a project financed by the National Fund for Environmental Protection and Water Management, as a task of the Polish Geological Survey.

Keywords: database, geological boreholes, engineering geology, Engineering and Geological Database (BDGI)

Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI) została utworzona w 2013 r., w ramach zadania państwowej służby geologicznej (psg) pn. *Prowadzenie i aktualizacja Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI) wraz ze sporządzeniem atlasu geologiczno-inżynierskiego wybranych obszarów kraju w skali 1:10 000*, realizowanego w latach 2013–2018. Prace nad bazą są kontynuowane w ramach projektu pn. *Prowadzenie i aktualizacja Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI) oraz właściwości fizycznych i mechanicznych gruntów i skał (BDGI-WFM) wraz ze sporządzeniem atlasów geologiczno-inżynierskich wybranych obszarów kraju w skali 1:10 000*. Prace w całości są finansowane ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW).

Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI) jest największym i unikatowym w skali kraju cyfrowym zbiorem danych, do którego należą:

- ❑ Otworowa Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich (p-BDGI) – zawierająca dane z otworów wiertniczych;
- ❑ Przestrzenna Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich (m-BDGI) – obejmująca warstwy informacyjne GIS BDGI;
- ❑ Baza Danych Właściwości Fizycznych i Mechanicznych Gruntów i Skał (BDGI-WFM) – w której są gromadzone wyniki badań gruntów i skał.

Otworową Bazę Danych Geologiczno-Inżynierskich (p-BDGI) utworzono poprzez scalenie baz danych 9 atlasów geologiczno-inżynierskich dużych polskich aglomeracji miejskich, opracowanych w latach 1998–2012. Zgromadzono wówczas dane z ponad 259 000 otworów

wiertniczych wykonanych na terenie: Warszawy, Katowic, Gdańska–Sopotu–Gdyni, Krakowa, Poznania, Wrocławia, Rybnika–Jastrzębia Zdroju–Żor, Łodzi oraz Wałbrzycha–Świebodzic–Kamiennej Góry. W latach 2013–2017 bazę, jaka powstała ze scalenia danych wymienionych atlasów BDGI, zasilono wynikami kolejnych 68 000 wierceń, wykonanych w ramach realizacji kolejnych atlasów geologiczno-inżynierskich – Bydgoszczy i Koszalina, powiatów płockiego i piaseczyńskiego oraz obszarów polskiej strefy brzegowej (Cetniewa–Jastrzębiej Góry, Oksywia–Babich Dołów i Orłowa), a także danymi z dokumentacji geologiczno-inżynierskich wykonanych na terenie kraju (poza obszarami atlasów). Baza ta jest na bieżąco zasilana (ryc. 1):

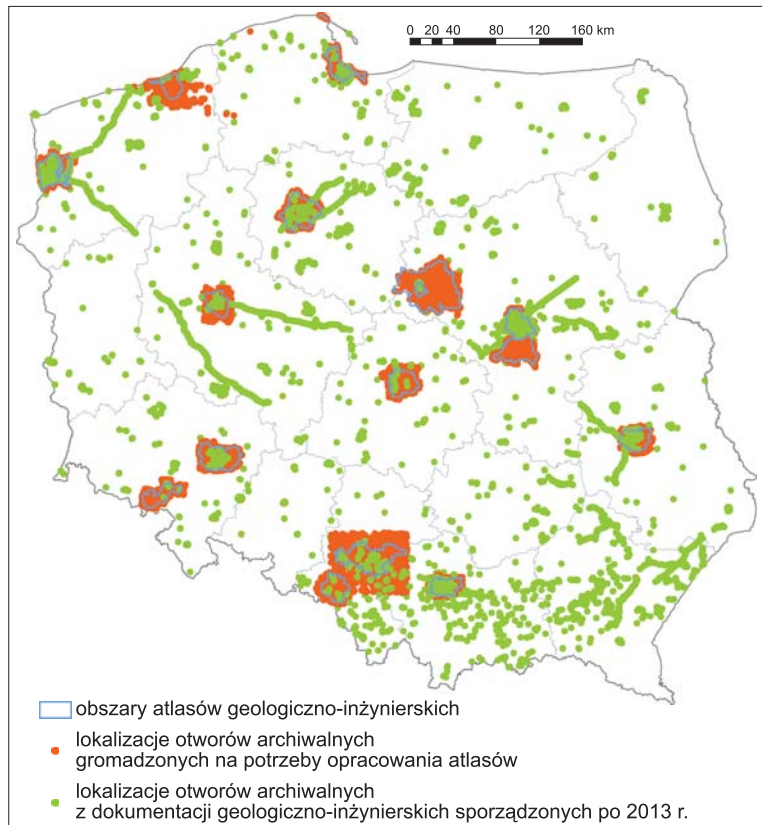
- ❑ danymi o otworach archiwalnych na obszarze całego kraju, zawartymi w dokumentacjach geologiczno-inżynierskich wykonanych po 2013 r. i przekazanych do Narodowego Archiwum Geologicznego;
- ❑ danymi o otworach archiwalnych, pochodzącymi z dokumentacji geologiczno-inżynierskich, hydrogeologicznych, złożowych i innych, przydatnymi do opracowania nowych atlasów geologiczno-inżynierskich wybranych obszarów kraju;
- ❑ danymi o nowych otworach wykonanych na potrzeby sporządzania nowych atlasów geologiczno-inżynierskich.

Obecnie, w ramach kontynuacji zadania w latach 2018–2022, są wprowadzane dane z ponad 85 000 otworów wiertniczych, w tym z 43 000 otworów wykonanych na potrzeby opracowania atlasów geologiczno-inżynierskich Lublina–Świdnika i Szczecina, oraz z 42 000 otworów wykonanych w pozostałej części kraju. Ponadto w ramach

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; malwina.judkowiak@pgi.gov.pl; edyta.majer@pgi.gov.pl; krzysztof.majer@pgi.gov.pl; izabela.samel@pgi.gov.pl; marta.sokolowska@pgi.gov.pl

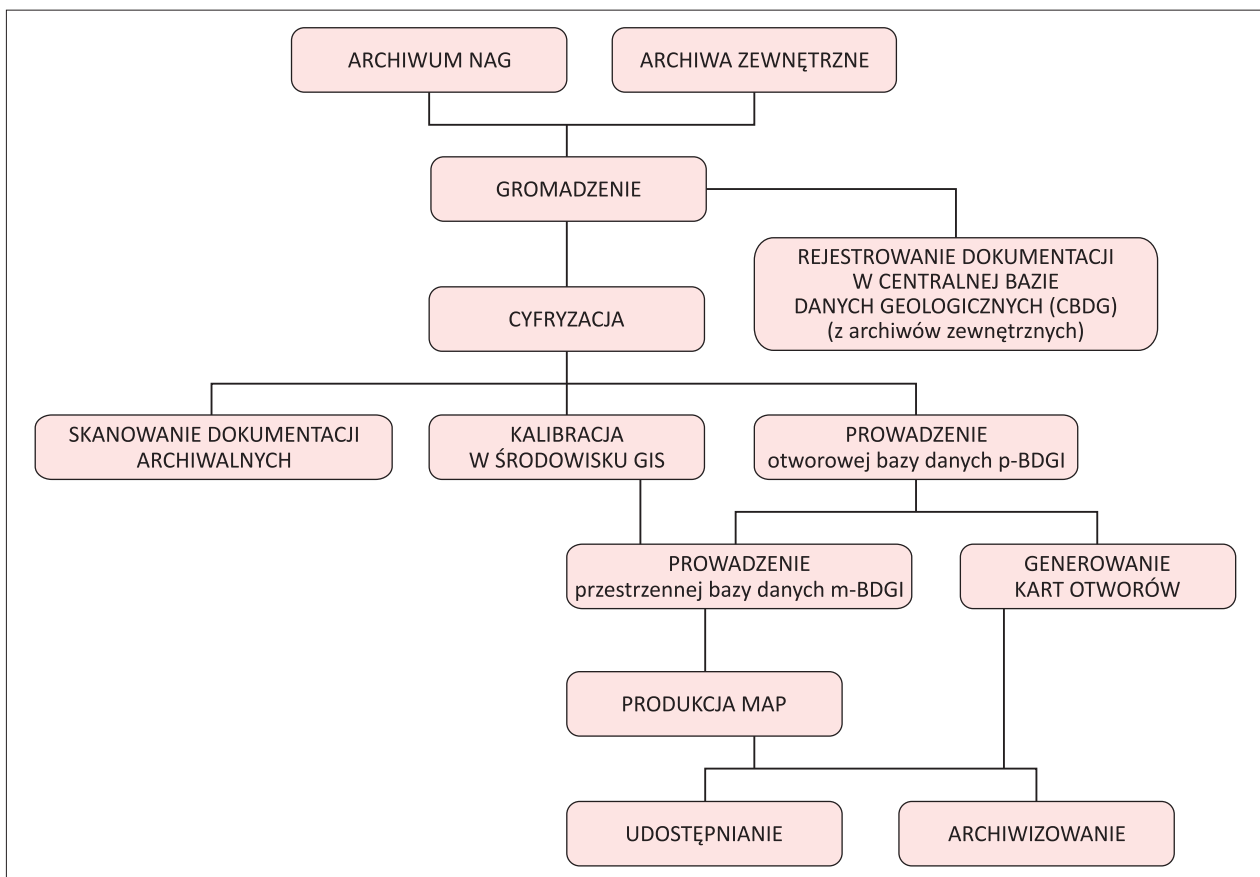
zadania do Bazy Danych Właściwości Fizycznych i Mechanicznych Gruntów i Skał (BDGI-WFM) w latach 2015–2017 wprowadzono ponad 60 000 wyników badań laboratoryjnych, a w latach 2018–2022 zostanie wprowadzonych ponad 160 000 nowych wyników tego typu badań.

Do prowadzenia otworowej bazy danych wykorzystuje się oprogramowanie *Geostar BDGI-WFM* i procedury opracowane na podstawie zebranych doświadczeń. Manualne wprowadzanie danych do bazy ograniczono poprzez zastosowanie licznych słowników (częściowo skorzystano z istniejących w oprogramowaniu oraz dodano nowe). Dane są wprowadzane do bazy za pomocą dedykowanych kreatorów, zgodnie z dokumentem pn. *Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich. Instrukcja prowadzenia otworowej bazy danych* (Samel i in., 2017). Prowadząc bazę, korzysta się między innymi z takich słowników, jak: podstawa lokalizacji, rodzaj otworu, cel wiercenia, metody wiercenia, dostęp do otworu, pochodzenie otworu, dokumenty, lokalizacja, instytucje, rodzaj opracowania, litologia, geneza, stratygrafia, serie i inne pomocnicze. Baza otworowa (p-BDGI) służy do tworzenia przestrzennej bazy danych (m-BDGI) i stanowi punkt wyjścia do opracowania kolejnych atlasów geologiczno-inżynierskich (ryc. 2). Prowadzenie BDGI zgodnie z instrukcją, a w szczególności zastosowanie kreatorów, zmniejsza liczbę błędów powstających w toku wprowadzania danych do bazy.



Ryc. 1. Lokalizacja otworów wiertniczych udokumentowanych w Bazie Danych Geologiczno-Inżynierskich – stan w czerwcu 2021 r.

Fig. 1. Location of drillholes documented in the Geological-Engineering Database – status at June 2021



Ryc. 2. Schemat organizacji prac podczas prowadzenia Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich

Fig. 2. Organisation chart of Engineering and Geological Database maintenance

Głównym źródłem danych otworowych gromadzonych w bazie BDGI są dokumentacje archiwizowane w Narodowym Archiwum Geologicznym (NAG), które zgodnie z przepisami ustawy *Prawo geologiczne i górnicze* (Ustawa..., 2021) gromadzi informację geologiczną. Korzysta się przede wszystkim z dokumentacji geologiczno-inżynierskich, jednak na potrzeby opracowania atlasów geologiczno-inżynierskich pobiera się również inne dane, m.in. z dokumentacji hydrogeologicznych, geologicznych złoża kopaliny i innych dokumentacji geologicznych. Do BDGI nie wprowadza się na ogół danych z dokumentacji geologicznych wykonywanych w celu wykorzystania ciepła Ziemi, ponieważ zazwyczaj zawierają one zgeneralizowany profil litologiczny, opracowany na podstawie kilku wierceń. Zgeneralizowany profil zawierają również dokumentacje głębokich otworów poszukiwawczych lub też badawczych, których celem jest przede wszystkim przedstawienie profilu stratygraficznego, zgeneralizowanej litologii lub poszukiwanie złóż na dużych głębokościach. Z punktu widzenia geologiczno-inżynierskiego zawierają one zbyt ogólne lub za mało dokładne informacje, zwłaszcza w części litologicznego opisu gruntów czwartorzędowych, które odgrywają ważną rolę w rozpoznawaniu warunków gruntowo-wodnych dla budownictwa, przede wszystkim na terenie Niżu Polskiego.

Autorzy BDGI, gromadząc dokumentację materiałów archiwalnych nadających się do wprowadzenia do tej bazy, odrzucają projekty robót geologicznych zawierające jedynie dane z otworów archiwalnych, które z dużym prawdopodobieństwem są wprowadzane do BDGI z dokumentacji źródłowych. Nie korzystają także z dokumentacji nieobjętych ustawą *Prawo geologiczne i górnicze* (Ustawa..., 2020), tj. dokumentacji mineralogicznych, petrograficznych i geofizycznych. Wykorzystują natomiast odpowiednie materiały archiwalne gromadzone w archiwach urzędów miejskich i wojewódzkich lub innych instytucji państwowych, np. Miejskich Wodociągów i Kanalizacji.

Trudności w pozyskaniu archiwalnych opracowań geotechnicznych wynikają z tego, że dotychczasowe regulacje prawne nie narzucają obowiązku archiwizacji dokumentów tego typu. Istotnym problemem sprawa również interpretacja przepisów prawa odnośnie własności tej informacji. Jednak dzięki uprzejmości właścicieli prywatnych przedsiębiorstw świadczących usługi geologiczne i wiertnicze pozyskuje się dane geotechniczne z ich archiwów. Dane te są bardzo cenne i ważne, ponieważ znacząco uszczegółwiają wiedzę o budowie geologicznej i warunkach wodnych na terenie kraju. Niektóre przedsiębiorstwa w obliczu likwidacji przekazały zasoby swoich archiwów do NAG, dzięki czemu zasilili zbiory narodowe oraz uchroniły dokumenty i informację w nich zawartą przed zniszczeniem.

Pozyskane dokumentacje są skanowane, a następnie rejestrowane w Centralnej Bazie Danych Geologicznych (CBDG). Jest to bardzo istotny element prac, ponieważ każdy otwór, którego dane wprowadzono do BDGI, musi mieć przypisany dokument, z którego te dane pochodzą, aby w łatwy sposób można było powrócić do dokumentacji źródłowej.

Wszystkie zgromadzone dokumentacje są poddawane krytycznej analizie i weryfikacji pod kątem możliwości określenia jednoznacznej lokalizacji punktów badawczych, a następnie opisu profilu litologicznych. Brak któregośkolwiek z tych elementów oznacza uznanie dokumentacji

archiwalnej za nieprzydatną do celów tworzenia BDGI. Autorzy Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich napotykają wiele trudności związanych z ujednoczeniem i standaryzacją danych, które muszą na bieżąco rozwiązywać.

UDOSTĘPNIANIE DANYCH ZGROMADZONYCH W p-BDGI

W Bazie Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI) są gromadzone dane pochodzące z ostatnich kilkudziesięciu lat. W tym czasie zmieniały się między innymi: nomenklatura gruntów, sposób ich opisywania czy podział stratygraficzny. Wraz z kolejnymi nowelizacjami *Prawa geologicznego i górniczego* zmianie ulegało także prawo do informacji geologicznej, w tym jej udostępniania. Ze względu na regulacje prawne część gromadzonych danych otworowych nie może być udostępniana jako informacja publiczna w portalach internetowych Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego (tab. 1).

Niejednokrotnie w trakcie spotkań przedstawicieli psg z administracją samorządową i administracją państwową dyskutowano na temat możliwości udostępniania danych pochodzących z dokumentacji geotechnicznych, które nie podlegają ustawie *Prawo geologiczne i górnicze*. Kwestia ta nadal budzi wiele wątpliwości. Dane geotechniczne nieuwzględnione w *Prawie geologicznym i górniczym* wzbogacają bazę BDGI o wartościowe informacje służące wykonywaniu analiz przestrzennych, których efektem są mapy tematyczne oraz warstwy wektorowe, udostępniane użytkownikom na portalach PIG-PIB lub na wniosek (<https://www.pgi.gov.pl/narodowe-archiwum-geologiczne-gromadzenie-i-udostepnianie-informacji-geologicznej.html>). Jednak ze względu na skomplikowany status prawny nie są one udostępniane w postaci kart otworów.

PROBLEMY Z LOKALIZACJĄ OTWORÓW WIERTNICZYCH

Niezbędnym i podstawowym elementem danych gromadzonych w BDGI jest lokalizacja otworu wiertniczego. Bez możliwości określenia lokalizacji dane dotyczące otworu wiertniczego są właściwie bezużyteczne. Zgodnie z instrukcją prowadzenia Otworowej Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (Samel i in., 2017), każdy punkt dokumentacyjny musi mieć współrzędne określone w układzie PL-1992. Od maja 2014 r. istnieje obowiązek spisywania na kartach informacyjnych dokumentacji geologiczno-inżynierskiej współrzędnych otworów badawczych wraz z układem odniesienia (Rozporządzenie..., 2014), a od grudnia 2016 r. dodatkowo rzędnej H (Rozporządzenie..., 2016), co bardzo ułatwiło prowadzenie bazy. Jednak w starszych materiałach archiwalnych stosowano różne formy lokalizowania otworów wiertniczych. W dokumentacjach wykonanych przed pierwszą połową 2014 r. trudno doszukiwać się innych danych o lokalizacji otworów badawczych niż graficzne przedstawienie na mapach lokalizacyjnych, sytuacyjnych, dokumentacyjnych lub tylko na szkicach terenowych. Jeśli nawet dane takie występują, to są niewystarczające. Na przykład lokalizacja otworu wyznaczana w dokumentacjach na podstawie map topograficznych w skali 1:100 000 wskazuje współrzędne najbliższej miejscowości. Niejednokrotnie są

to także współrzędne nieokreślonego punktu z poligonu badawczego, na którym prowadzono wiercenia. Często zdarzają się również przypadki określania lokalizacji za pomocą współrzędnych w układach lokalnych (np. Warszawa 75, Gdańsk 70, Gromnik Wrocław i innych).

Jeśli autorzy dokumentacji umieścili współrzędne X i Y otworów, współrzędne te przyjmuje się z dokumentacji i przelicza do układu PL-1992 oraz sprawdza i weryfikuje ich położenie. Częstym błędem jest przy tym zamienianie miejscami współrzędnej X z Y. W BDGI pionowa oś współrzędnych geodezyjnych została oznaczona jako X, a oś pozioma jako Y. Znaczna część dokumentacji ma współrzędne X i Y oznaczone prawidłowo, czasami są dołączone nawet operaty geodezyjne. Jednak do wielu dokumentacji współrzędne te zaimportowano bezpośrednio z programów GIS, w których to X jest osią poziomą, a Y pionową.

Problemy sprawia również prawidłowe zidentyfikowanie rzędnej wysokościowej otworu wiertniczego, ponieważ parametr ten często wyznaczano w odniesieniu do najbliższych reperów, np. poziomu piwnicy czy studzienki, które nie stanowiły poziomu zgodnego z obowiązującym układem odniesienia. Taka sytuacja dotyczy między innymi obszaru Warszawy, gdzie regularnie jest używany system odniesienia wysokościowego względem Wisły, określane skrótem m.n.p. „0” Wisły.

Jeżeli autorzy dokumentacji źródłowych nie umieścili jednoznacznej informacji o lokalizacji otworów dokumentacyjnych (współrzędnych XY), to ich położenie jest ustalane na podstawie mapy dokumentacyjnej. W tym celu mapy są skanowane i w odpowiednim oprogramowaniu GIS kalibrowane do układu współrzędnych PL-1992. Następnie

lokalizacja otworów jest wektoryzowana, a ustalone w ten sposób współrzędne XY konwertowane do potrzeb BDGI.

SŁOWNIKI

Doświadczenie z wprowadzania danych do BDGI wskazuje, że firmy opracowujące karty otworów do dokumentacji stosują różne programy, formatki, słowniki i schematy. Dotyczy to również opracowań geologiczno-inżynierskich, których słowniki teoretycznie powinny być zgodne z odpowiednimi normami odnośnie oznaczania oraz opisu gruntów i skał. Ponieważ jednym z głównych celów BDGI jest ujednoczenie i standaryzacja danych, autorzy bazy na etapie opracowywania instrukcji jej prowadzenia podjęli decyzję, że każda warstwa litologiczna będzie miała słowny opis litologiczny, wprowadzany według określonego schematu (kolejność wprowadzania za pomocą kreatora składnika głównego, jego barwy oraz pozostałych składników warstwy), a każdy symbol gruntu lub skały będzie miał przypisany kod ze słownika (Sameł i in., 2017). Słowniki litologiczne zawierają symbole i opisy gruntu zgodnie z normami: PN-B-02480:1986, PN-EN ISO 14688-1:2006, PN-EN ISO 14688-2:2006, PN-EN ISO 14688-2:2006/Ap2:2012, PN-EN ISO 14688-2:2018-05 oraz skał zgodnie z normą PN-EN ISO 14689:2018-05. W związku z tym wpisywanie punktów dokumentacyjnych do BDGI polega na używaniu kreatorów powiązanych ze słownikami. Kreatory te ograniczają manualne wprowadzanie danych, minimalizując w ten sposób wpływ czynnika ludzkiego na błędy w bazie danych. Zdarzają się jednak przypadki, że nazwa gruntu opisanego w karcie źródłowej (zwłaszcza głównego składnika tego gruntu) nie jest zgod-

Tab. 1. Regulacje prawne dotyczące informacji geologicznej i jej udostępniania
Table 1. Legal regulations on sharing geological information

Czas wykonania dokumentacji archiwalnej	Prawo do informacji geologicznej	Podstawa prawna	Możliwość udostępnienia informacji geologicznej
przed 31.01.1989 r.	Brak regulacji prawnych. Przyjmuje się, że prawo do informacji geologicznej przysługuje podmiotowi, który doprowadził do jej powstania, chyba, że rozporządził swoim prawem. Najczęściej prawo przysługuje Skarbowi Państwa.	ustawa z dnia 16 listopada 1960 r. – <i>Prawo geologiczne</i>	udostępniane
1.02.1989–01.09.1994 r.	Prawo przysługuje podmiotom finansującym prace geologiczne, jeżeli nie doszło do przejścia tego prawa na Skarb Państwa zgodnie z art. 26c ust. 6.	ustawa z dnia 31 stycznia 1989 r. o zmianie ustawy – <i>Kodeks cywilny</i> oraz ustawa z dnia 9 marca 1991 r. o zmianie ustawy o <i>Prawie geologicznym</i>	nieudostępniane
02.09.1994–31.12.2001 r.	Prawo do informacji geologicznej przysługuje podmiotowi, który sfinansował prace geologiczne, bez względu na to, czy jest to podmiot publiczny czy prywatny.	ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. – <i>Prawo geologiczne i górnicze</i>	nieudostępniane
01.01.2002–31.12.2011 r.	Prawo do informacji geologicznej przysługuje Skarbowi Państwa, natomiast podmiot, który sfinansował prace geologiczne, ma prawo do nieodpłatnego i wyłącznego wykorzystywania informacji geologicznych przez okres 5 lat.	ustawa z dnia 27 lipca 2001 r. o zmianie ustawy <i>Prawo geologiczne i górnicze</i>	udostępniane
01.01.2012–31.12.2014 r.	Prawo do informacji geologicznej przysługuje Skarbowi Państwa, natomiast podmiot, który sfinansował prace geologiczne, ma wyłączne prawo do informacji geologicznej przez okres 5 lat.	ustawa z dnia 9 czerwca 2011 – <i>Prawo geologiczne i górnicze</i>	udostępniane
01.01.2015 r.–obecnie	Prawo do informacji geologicznej przysługuje Skarbowi Państwa, natomiast podmiotowi finansującemu przysługuje wyłączne prawo do korzystania z informacji geologicznej przez 3 lata.	ustawa z dnia 11 lipca 2014 r. o zmianie ustawy <i>Prawo geologiczne i górnicze</i> oraz niektórych innych ustaw	udostępniane

Bruk morenowy – z kreatora należy wybrać „otoczaki” tak, aby program wygenerował symbol „KO”, a w opisie słownym należy ręcznie zmienić opis „otoczaki” na „bruk morenowy”.

Glina ciężka – z kreatora należy przyjąć zamiast „ciężka” – „zwięzła” np. glina pylasta ciężka będzie miała symbol gliny pylastej zwięzłej „Gtz”. Opis słowny zmieniamy na oryginalny.

Glina piaszczysto-ilasta – z kreatora należy przyjąć „glina piaszczysta zwięzła” tak, aby program wygenerował symbol „Gpz”. Opis słowny zmieniamy na oryginalny.

Glina zwałowa – z kreatora należy przyjąć „glina” tak, aby program wygenerował symbol „G”, a w opisie słownym należy ręcznie dopisać „zwałowa”.

Głazy, głaziki, głazy narzutowe – z kreatora należy przyjąć otoczaki tak, aby program wygenerował symbol „KO”, a w opisie słownym należy ręcznie zmienić na oryginalny opis.

Kurzawka – należy z kreatora przyjąć symbol dla piasku drobnego nawodnionego „Pd”, opis zmienić na oryginalny.

Mulek – z kreatora należy przyjąć „pył” tak, aby program wygenerował symbol „P” a w opisie słownym należy ręcznie zmienić opis „pył” na oryginalny „mulek”.



Ryc. 3. Fragment instrukcji prowadzenia BDGI z przykładowymi problematycznymi oznaczeniami gruntów (Samel i in., 2017)

Fig. 3. Part of the BDGI database with examples of problematic soil description (Samel et al., 2017)

na ze słownikami przyjętymi w oprogramowaniu bazy. Dopuszcza się wówczas ręczną edycję oznaczenia gruntu, przy czym symbol gruntu zawsze jest dostosowywany do istniejących słowników. W celu ułatwienia pracy w instrukcji prowadzenia otworowej bazy danych spisano listę problematycznych oznaczeń litologicznych (Samel i in., 2017) wraz z propozycją ich wprowadzania (ryc. 3). Lista ta jest na bieżąco aktualizowana.

Nomenklatura gruntów, czyli ich nazewnictwo i sposób oznaczania, jest jednym z fundamentów prowadzenia otworowej bazy danych. Niestety, czynność ta nastęrcza sporych trudności, ponieważ w zależności od okresu, w jakim były sporządzane dokumentacje, oraz od ich celu, stosowano odmienne oznaczenia litologii osadów. Ponadto stratygrafowie, hydrogeolodzy czy geolodzy zajmujący się rozpoznawaniem złóż oznaczają grunty i skały zgodnie z innymi zasadami niż stosowane w geologii inżynierskiej. Problemów przysparzają przede wszystkim opisy warstw gruntów, na podstawie których nie można określić składu litologicznego osadu, np. glina ciężka, mułki, kurzawka, piasek różnoziarnisty, piasek ilasty czy po prostu piasek, lub dotyczą one genezy, a nie *stricto* składu litologicznego, np. glina zwałowa, stożki napływowo. O ile problem ten można łatwo rozwiązać w przypadku gruntów oznaczanych wg słownika zgodnego z normą PN-B-02480:1986, to większy kłopot sprawiają opisy gruntów, których oznaczenie powinno być zgodne z normą PN-EN ISO 14688-1. Niestety, okazuje się, że autorzy dokumentacji geologiczno-inżynierskich (sporządzanych po 2013 r.) powołują się na normy PN-EN ISO 14688-1:2006 oraz PN-EN ISO 14688-2:2006, jednak stosują ich nieaktualną wersję, przez co nie dostosowują nazw gruntów do wymagań określonych w załączniku nr 2 z 2012 r. do tych norm, który zawiera tabelę pn. *Tworzenie polskich nazw gruntów*. Słowniki zgodne z PN-EN ISO 14688-1:2006, PN-EN ISO 14688-2:2006 oraz PN-EN ISO 14688-2:2006/Ap2 nie zawierają takich pojęć, jak: glina pylasta, glina ilasta, pył ilasty, żwir ilasty itd. czy symboli gruntów, jak np.: CCl, FCl, COr i CaOr. Dokumentatorzy tworzą też niekiedy własne symbole gruntów, zwłaszcza gruntów antropogenicznych, których nie ma w normach i tym samym w słownikach BDGI, co istotnie utrudnia wprowadzanie danych do bazy. Ponadto zamiast wyników analiz makroskopowych wg normy PN-EN ISO 14688-1 na kartach otworów nagminnie są umieszczane informacje o stanie

gruntu i liczbie wałeczków, które są zgodne z normą PN-B-04481:1988.

Wymienione nieprawidłowości w oznaczaniu, opisie i klasyfikowaniu gruntów i skał w dokumentacjach sporządzonych wg norm PN-EN ISO 14688-1 oraz PN-EN ISO 14688-2 utrudniają poprawne wprowadzanie informacji do ujednoczonego systemu BDGI. Jest to znaczący problem, który stawia przed autorami bazy codzienne wyzwania, nad którymi ciągle pracują, starając się wypracować optymalny schemat działania.

Kolejnym błędem, znacznie utrudniającym wprowadzanie danych do bazy, są przypadki stosowania w dokumentacjach niejednoznacznych, podwójnych nazw gruntów, np. namuł gliniasty (torf). Słownik zawiera zarówno pojęcie namuł gliniasty, jak i torf. Pojawia się pytanie, jaki grunt miał na myśli autor dokumentacji? I choć w takim przypadku do bazy zostaje zawsze wprowadzony opis oryginalny, to symbol gruntu powinien być określony jednoznacznie, co umożliwi wprowadzenie do bazy kod składnika głównego, który może być tylko jeden.

Istotnym elementem opisu gruntów jest prawidłowe określenie ich stratygrafii oraz genezy. Od obu tych informacji, wraz z litologią, zależy przyporządkowanie warstwy gruntu do odpowiedniej serii geologiczno-inżynierskiej wydzielonej w BDGI oraz dalsze przetwarzanie tych danych w analizach przestrzennych. W dokumentacjach archiwalnych geneza gruntu i jego stratygrafia, tj. czas sedymentacji, są przeważnie generalizowane, na ogół są zawężane jedynie do okresu, a nie do epoki. Prawidłowe odtworzenie historii geologicznej terenu i jej weryfikacja są jedną z najbardziej czasochłonnych czynności. Do określenia tej historii jest wykorzystywana charakterystyka geologiczna i geomorfologiczna danego obszaru, literatura, mapy archiwalne, w tym *Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000* oraz cyfrowy model terenu (NMT). Należy podkreślić, że zgodnie z *Rozporządzeniem ministra środowiska w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej* (2016), wydzielanie serii litologiczno-genetycznych i określanie genezy wydzielonych serii lub warstw powinno być obli-gatoryjne.

Ponadto w dokumentacjach archiwalnych niejednokrotnie pojawia się błąd polegający przyporządkowaniu jednego gruntu do dwóch różnych wydzielen stratygraficznych, czego dobrym przykładem są np. zwietrzliny margli na Lubelszczyźnie, które dokumentatorzy określają jako

PLEJSTOCEN I HOLOCEN piaszki eoliczne, rzeczno-zastoiskowe i wodnolodowcowe żwiry rzeczne i wodnolodowcowe Q_H, Q_P seria gruntów piaszczysto-żwirowych	IIa	1	Pd, Pd/Ps, Pd//πp, PdH//πp, Pd+H, Pd//Ps+D, Pd(g), Pd, Pd//Gπz, Pd//πp+H	Czwartorzęd Piaszki nierozdzielone	Va1	Pd, Pπ
	2	Pd, Pd//πp, Pπ//πp+H, Pd//π, Pπ//Gπz, Pπ//π//Iπ, Pπ//π//I, Pd//Iπ, Pπ//I, Pd//Gπz	Va2		Pd, Pπ	
	3	Pπ, Pd, Pd/Pπ, Pπ/Pd, Pπ//πp, Pπ//π, Pπ//πp//Gπ	Va3		Pd, Pπ	
	4	Pπ, Pd, Pd//Pπ, Pd//Iπ, Pπ//Pd, Pπ//Iπ, Pπ//πp, Pπ//Gπ//πp, Pπ//Pd//πp, Pπ//Pπ//π, Pπ//πp//Gπz	Vb1		Ps, Ps+Ż, Pr, Pr+Ż	
	IIb	1	Ps, Ps+H, Ps+D, Pr+Ż		Vb2	Ps, Ps+Ż, Pr, Pr+Ż
	2	Ps, Ps//Pd, Pr, Pr+Ż, Ps//Pr	Vb3		Ps, Ps+Ż, Pr, Pr+Ż	
	3	Ps, Pr, Ps/Pd, Ps+Ż, Pr//Gp+Ż, Ps//Pg, Pr+Ż				
	IIc	1	Po, Ż, Ko			
	2	Ż, Ko				

Ryc. 4. Przykłady generalizacji w dokumentach archiwalnych genezy gruntów
 Fig. 4. Examples of generalisation in archive documents of soil genesis

kredowe bądź czwartorzędowe. Podobne rozbieżności dotyczą również genezy gruntów o rozprzestrzenieniu regionalnym. Przykładem może być środowisko sedymentacji łów facji poznańskiej, które na tym samym obszarze jedni dokumentatorzy określają jako jeziorne, inni natomiast jako morskie. Na podstawie wniosków z licznych prac naukowych na potrzeby projektu BDGI przyjęto, że obszar Niżu Polskiego w okresie miocenu i pliocenu był środowiskiem sedymentacji limnicznej (Frankowski, 2004), z jedynie okresowymi dostawami materiału rzeczno- i morskiego na skutek transgresji i ingresji z obszarów Morza Północnego (Dyjur, 1970).

Wspomniany brak opisu genezy gruntów w dokumentacjach lub jej generalizacja, zwłaszcza w przypadku gruntów niespoistych, w których nie udokumentowano wyraźnych granic między kompleksami warstw, prowadzi w konsekwencji do stosowania przez dokumentatorów ogólnego opisu: *grunty nierozdzielone genetycznie* (ryc. 4) albo do przyporządkowania wydzielonej warstwy litologiczno-stratygraficznej do trzech różnych genez: np. eolicznej, rzecznej i wodnolodowcowej (ryc. 4) oraz zakwalifikowania jej do nierozdzielonego czwartorzędu. W większości tego typu przypadków autorzy bazy muszą przyporządkować takie wydzielenia do konkretnej genezy, na podstawie analizy historii geologicznej danego obszaru badań. Oczywiście są wyjątki od tej reguły i również w bazie BDGI występują serie litologiczno-genetyczne nierozdzielone, jak np. czwartorzędowe, rzeczno-wodnolodowcowe, które rozpoznano w Bydgoszczy i okolicach. Zaliczono do nich grunty wypełniające Pradolinę Toruńsko-Eberswaldzką, do których należą holo-

Głębokość zwierciadła wody		Stratygrafia	Profil litologiczny		Przelot	Opis litologiczny	Symbol gruntu	Własności geotechniczne	Wilgotność	Stan gruntu
[m.p.p.]	[m]		[m]	[m]						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Nasypry				Nasyp niekontrolowany: glina, humus, drobny gruz budowlany	nN	-	-	-
▼	1.30		-1.0		1.00	Glina pylasta zwięzła, barwa szara		la	mw/w	pl
		Czwartorzęd	-2.0		1.80	Glina pylasta zwięzła, barwa szara	Gsz	lc	w	tpl
			-3.0							
			-4.0							

Ryc. 5. Przykład oznaczenia w dokumentacji zwierciadła swobodnego w gruntach spoistych

Fig. 5. Example of how an unconfined groundwater table in cohesive soils is marked in a documentation

ceńskie grunty rzeczne, plejstocenijskie grunty rzeczne oraz wodnolodowcowe, a postawienie granicy pomiędzy nimi bez zaawansowanych badań i szczegółowych analiz palinologicznych jest prawie niemożliwe.

Trudności w transmisji danych do BDGI przysparza również sposób oznaczania w starszych dokumentacjach archiwalnych poziomów wodonośnych w profilu litologicznym. Najczęstszym błędem jest wprowadzanie oznaczeń zwierciadła swobodnego w gruntach spoistych (ryc. 5). Wówczas autorom bazy danych nasuwają się dwa pytania: czy to mogło być sączenie, czy może w rozpoznanej warstwie było nieodnotowane w profilu litologicznym przewarstwienie gruntem niespoistym, w którym mógł występować poziom wodonośny?

W dokumentacjach archiwalnych oznaczano też niekiedy sączenie w warstwie gruntów niespoistych, a grunty

poniżej tego poziomu określano jako nawodnione, co sugeruje raczej występowanie zwierciadła swobodnego. Jednocześnie autorzy w tekście dokumentacji wyraźnie opisują sączenie oraz brak stwierdzonego występowania poziomu wodonośnego. Z jednej strony jest to cenna informacja o przejawie wody, z drugiej strony nasuwa się pytanie: czy jest to warstwa wodonośna czy tylko przejaw wód zawieszonych na niezidentyfikowanej warstwie gruntów spoiстых? Dokumentator powinien to jednoznacznie opisać.

Woda odgrywa dużą rolę w określaniu warunków podłoża budowlanego. Szczegółowe rozpoznanie warunków jej występowania umożliwi przyjęcie przez projektantów odpowiednich rozwiązań. W związku z tym należy zwrócić uwagę na bardzo istotne zagadnienie, jakim jest dokładność danych w bazie BDGI na temat głębokości występowania wód podziemnych. Jak wspomniano, dane otworowe BDGI pochodzą z kilkudziesięciu lat (w kartach otworów przeważnie jest wskazana data lub rok wiercenia). Przez cały ten czas położenie zwierciadła wody podziemnej podlegało zmianom, zarówno z przyczyn naturalnych, wynikających ze zmian klimatycznych, jak i z przyczyn antropogenicznych, będących np. skutkiem odwadniania terenów kopalnianych czy dużych inwestycji budowlanych. W związku z tym osoby korzystające z BDGI muszą być świadome, że informacje o poziomie zwierciadła wód podziemnych mogą się różnić od stanu obecnego.

PODSUMOWANIE

Prowadzenie Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI) wymaga wykonania wielu czasochłonnych czynności. W realizację projektu jest zaangażowanych ponad 50 osób, a liczba prac jest ogromna – począwszy od zbierania dokumentacji z wielu różnych archiwów oraz skanowania ich i rejestrowania w CBDG, poprzez określanie lokalizacji otworów i wprowadzanie danych z tych otworów do bazy BDGI, po etap weryfikacji oraz ostatecznej akceptacji danych wprowadzonych do bazy. Otworom wykorzystywanym do tworzenia atlasów geologiczno-inżynierskich przypisuje się także serie geologiczno-inżynierskie BDGI. Wypracowany schemat działania, zastosowane słowniki, kreatory i instrukcja (Samel i in., 2017) pomagają w tym, aby dane były ujednolicone i zestandaryzowane, co niweluje liczbę błędów spowodowanych czynnikiem ludzkim. Jakość danych jest kluczowa, ponieważ z otworowej bazy danych p-BDGI są one importowane do przestrzennej bazy m-BDGI i wykorzystywane do opracowań kartograficznych. Prawidłowo przygotowana baza BDGI umożliwia dalsze przetwarzanie danych i przeprowadzanie różnego rodzaju analiz przestrzennych, a następnie wizualizację w postaci map i przekrojów. Autorzy bazy, borykając się na co dzień z zawiłościami i niejasnościami uwiecznionymi w archiwalnych dokumentach, wszystkie problemy rozwiązują na bieżąco, mając na względzie, że dane upubliczniane na portalach PIG-PIB powinny być jak najlepszej jakości i służyć jak największej liczbie odbiorców.

Wyniki otrzymane w ramach realizacji przedsięwzięcia mogą być wykorzystane m.in. przez jednostki administracji rządowej i samorządowej, instytucje naukowo-badawcze, przedsiębiorstwa geologiczne, a także osoby prywatne. Dane geologiczno-inżynierskie są publikowane na kilku portalach PIG-PIB: atlasy.pgi.gov.pl (http://geoportal.pgi.gov.pl/atlasy_gi), <https://geolog.pgi.gov.pl> oraz <https://geologia.pgi.gov.pl>.

Autorzy dziękują Recenzentowi – Dr. Zbigniewowi Frankowskiemu za cenne uwagi i komentarze, które przyczyniły się do opracowania ostatecznej wersji artykułu. Artykuł powstał w ramach realizacji zadania psg pn. *Prowadzenie i aktualizacja Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI) oraz właściwości fizycznych i mechanicznych gruntów i skał (BDGI-WFM) wraz ze sporządzeniem atlasów geologiczno-inżynierskich wybranych obszarów kraju w skali 1:10 000*, finansowanego ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

LITERATURA

- DYJOR S. 1970 – Seria poznańska w Polsce Zachodniej. Kwart. Geol., 14 (4): 819–835.
- FRANKOWSKI Z. 2004 – Występowanie ilów formacji poznańskiej w Warszawie. [W:] Seminarium ITB – Ily plioceńskie Warszawy, 26.02.2004 r., ITB, Warszawa: 5–13.
http://geoportal.pgi.gov.pl/atlasy_gi
<https://geolog.pgi.gov.pl/>
<https://geologia.pgi.gov.pl/>
- PN-B-02480:1986 – Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- PN-B-04481:1988 – Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
- PN-EN ISO 14688-1:2006 – Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczenie i opis.
- PN-EN ISO 14688-2:2006 – Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania.
- PN-EN ISO 14688-2:2006/Ap 2 – Badania geotechniczne – Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania.
- PN-EN ISO 14688-1:2018-05 – Rozpoznanie i badania geotechniczne – Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczenie i opis.
- PN-EN ISO 14689:2018-05 – Rozpoznanie i badania geotechniczne – Oznaczenie, opis i klasyfikowanie skał.
- SAMEL I., MAJER E., JAROS M., JUDKOWIAK M., MAJER K., RYŻYŃSKI G., SARZALSKA E., SZABŁOWSKA M., SZYMAŃSKI J. 2017 – Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI). Instrukcja prowadzenia otworowej bazy danych. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa, nr inw. 6800/2018.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 8 maja 2014 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Dz.U. 2014, poz. 596.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Dz.U. 2016 poz. 2033.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 23 grudnia 2020 r. w sprawie innych dokumentacji geologicznych. Dz.U. 2021 poz. 2449.
- USTAWA z dnia 16 listopada 1960 r. Prawo geologiczne. Dz.U. 1960, nr 52 poz. 303 z późn. zm.
- USTAWA z dnia 31 stycznia 1989 r. o zmianie ustawy – Kodeks cywilny. Dz.U. 1989, nr 3 poz. 11.
- USTAWA z dnia 9 marca 1991 r. o zmianie Prawa górniczego. Dz.U. 1991, nr 31 poz. 129.
- USTAWA z dnia 4 lutego 1994 r. – Prawo geologiczne i górnicze. Dz.U. 1994, nr 27 poz. 96. z późn. zm.
- USTAWA z dnia 27 lipca 2001 r. o zmianie ustawy – Prawo geologiczne i górnicze. Dz.U. 2001, nr 110 poz. 1190.
- USTAWA z dnia 9 czerwca 2011 r. – Prawo geologiczne i górnicze. Dz.U. 2021 poz. 1420.
- USTAWA z dnia 11 lipca 2014 r. o zmianie ustawy – Prawo geologiczne i górnicze oraz niektórych innych ustaw. Dz.U. 2014 poz. 1133 z późn. zm.
- Praca wpłynęła do redakcji 3.09.2021 r.
Akceptowano do druku 19.10.2021 r.