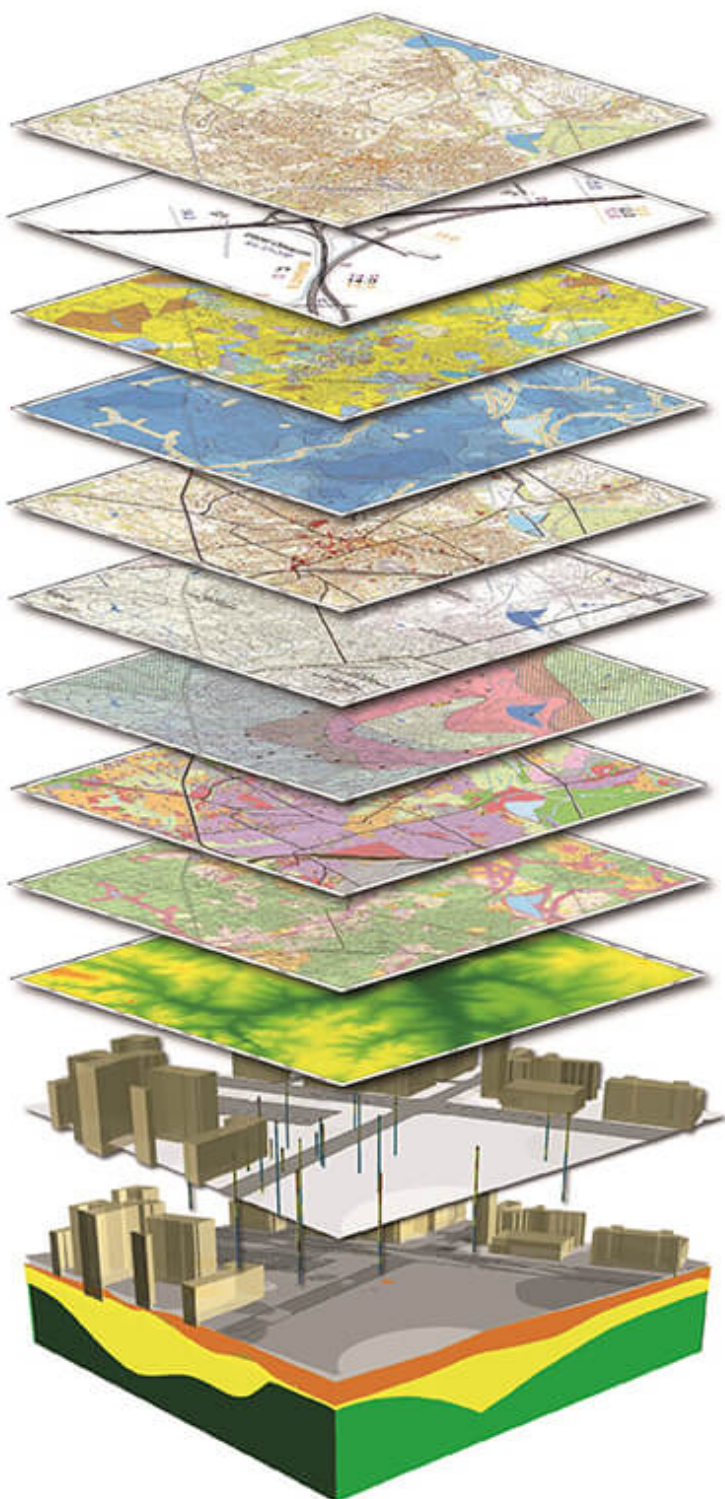


# Geologia w Smart City

Obszar 66 największych polskich miast zajmuje zaledwie 2,4% powierzchni kraju, a populacja je zamieszkująca to aż 33% ludności kraju. Już dzisiaj 18 największych miast w Polsce generuje prawie połowę PKB (dane GUS). Miasta rozwijają się coraz dynamiczniej, zwiększając stopień zagospodarowania przestrzeni podziemnej. Powstają nowe linie komunikacyjne i przesyłowe, budynki mają coraz więcej kondygnacji podziemnych. Zarządzając miastem, planując nowe inwestycje, potrzebujemy danych o warunkach geologicznych oraz ich wpływie na planowane inwestycje budowlane i infrastrukturalne. Źródłem takich informacji jest Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI). Odpowiednio przygotowane dane geologiczne są pomocne w planowaniu przestrzennym i w rozwoju inteligentnych miast dla wskazania korzystnych warunków do inwestowania, wyboru optymalnej lokalizacji osiedli mieszkaniowych czy wytyczenia tras obiektów liniowych i infrastruktury podziemnej. Umożliwiają podejmowanie decyzji związanych z projektowaniem badań geologicznych, minimalizacją szkód w środowisku, oceną ryzyka inwestycyjnego, przygotowaniem ekonomicznych aspektów inwestycji. Przyszłość kraju to rozwój miast w myśl idei Smart City. W zakresie efektywnego planowania przestrzennego i optymalnego zagospodarowania przestrzeni podziemnej miast, kluczowy jest prosty i szybki dostęp do danych geologicznych, co umożliwia Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich.



Rys. 1. Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI) to źródło informacji, które umożliwia modelowanie i wizualizację warunków geologicznych pod największymi miastami Polski.

## 1. Baza danych geologiczno-inżynierskich

Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich to unikatowy i

największy w kraju zbiór cyfrowych danych o warunkach budowlanych na terenie Polski. BDGI składa się z bazy wierceń i bazy danych przestrzennych. Źródłem danych są dokumentacje geologiczne, geotechniczne oraz Centralna Baza Danych Geologicznych. Z bazy generowane są profile otworów wiertniczych, karty właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów i skał (moduł BDGI-WFM) oraz różnotematyczne mapy Atlasów geologiczno-inżynierskich, które pobiera się ze strony internetowej BDGI (<http://atlasy.pgi.gov.pl>). W bazie w okresie od 1998 do 2017 r. zgromadzono 360 tys. otworów wiertniczych, 65 tys. wyników badań laboratoryjnych gruntów i skał, 30 warstw przestrzennych GIS oraz wyprodukowano ponad 3200 arkuszy map. Dane zgromadzone w bazie obejmują wybrane obszary kraju w tym: wybrane powiaty województwa mazowieckiego (płocki i piaseczyński) a także aglomeracje: Bydgoszcz, Koszalin, Wałbrzych – Świebodzice – Kamienna Góra, Łódź, Rybnik – Jastrzębie Zdrój – Żory, Wrocław, Poznań, Kraków, Gdańsk-Sopot-Gdynia, Katowice, Warszawa oraz obszary polskiej strefy brzegowej (Cetniewo – Jastrzębia Góra, Oksywie – Babie Doły, Orłowo).

Podstawowymi narzędziami wykorzystywanymi w prowadzeniu BDGI są: pakiet GeoStar, który pełnił rolę interfejsu wprowadzania i zarządzania danymi z wierceń oraz pakiet ArcGIS wraz z rozszerzeniami, który posłużył do wygenerowania oraz zasymbolizowania warstw przestrzennych i ich publikacji kartograficznej w postaci serii i arkuszy map. Przestrzenne warstwy informacyjne zgromadzone w BDGI obejmują szeroki zakres danych. Główne warstwy to:

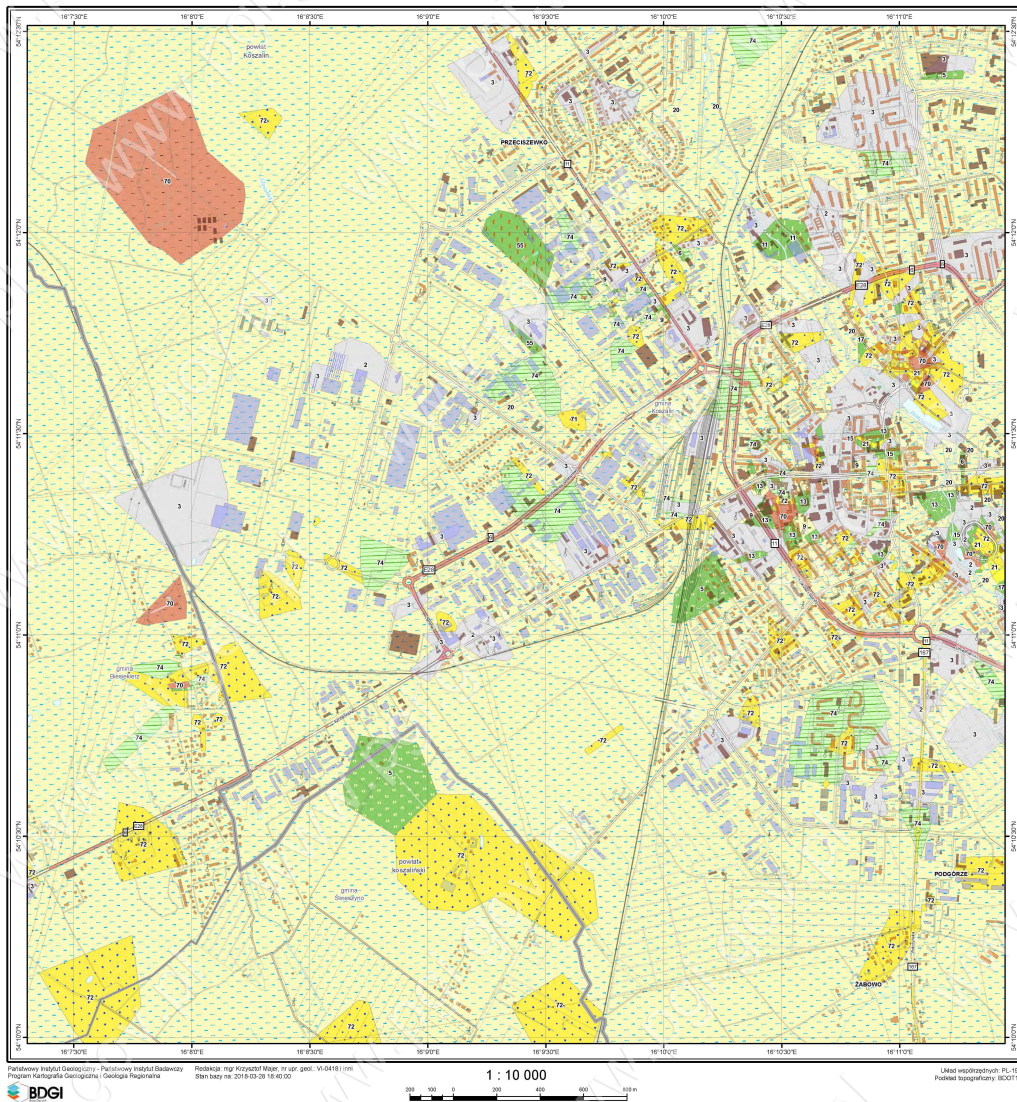
- Mapa dokumentacyjna, skala: 1: 10 000
- Mapy serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 1, 2, 4, i 5 m p.p.t. , skala: 1: 10 000
- Mapa gruntów antropogenicznych, skala: 1: 10 000
- Mapa warunków budowlanych na głębokości 2 m p.p.t. , skala: 1: 10 000
- Mapa głębokości do pierwszego zwierciadła wody

- podziemnej, skala: 1: 10 000
- Mapa zagospodarowania powierzchni, skala: 1: 10 000
- Mapa terenów zagrożonych i chronionych, skala: 1: 10 000
- Mapa warunków górniczych, skala: 1: 10 000
- Mapa zagrożeń geologicznych, skala: 1: 10 000
- Mapa lokalizacyjna, skala: 1:100 000
- Mapa geomorfologiczna, skala: 1:100 000
- Mapa zakresu udokumentowania, skala: 1:100 000

Baza funkcjonuje w oparciu o technologie: Oracle 12c – produkcja (zapytania i analizy przestrzenne, raportowanie, migracja przetworzonych danych na informację do bazy publikacyjnej), SQL Server 12 – publikacja (łączenie informacji z wielu źródeł, głównie z Centralnej Bazy Danych Geologicznych, udostępnianie informacji w sieci Internet), Geobaza profesjonalna – ArcGIS for Server 10.3.1 – dane przestrzenne. Zastosowanie wymienionych technologii umożliwiło zintegrowanie zbioru danych, równoczesny, bezpieczny dostęp wielu użytkowników, możliwość przeprowadzania długich transakcji oraz wdrożenie zintegrowanego z bazą produkcyjną modułu produkcji kartograficznej opartego o narzędzia Esri Production Mapping (EPM). Wykorzystanie EPM umożliwiło standaryzację i centralizację produkcji kartograficznej oraz gromadzenie klas produktów kartograficznych, serii map i samych arkuszy map w centralnej bibliotece produktów (Product Library), osadzonej na wielodostępowym serwerze. Dodatkowo do generowania arkuszy map wykorzystano narzędzie Data Driven Pages z ArcGIS for Desktop 10.3.1.



ATLAS GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKI AGLOMERACJI KOSZALIN  
MAPA SERII GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH NA GŁĘBOKOŚCI 2 M P.P.T.  
N-33-69-A-d-3



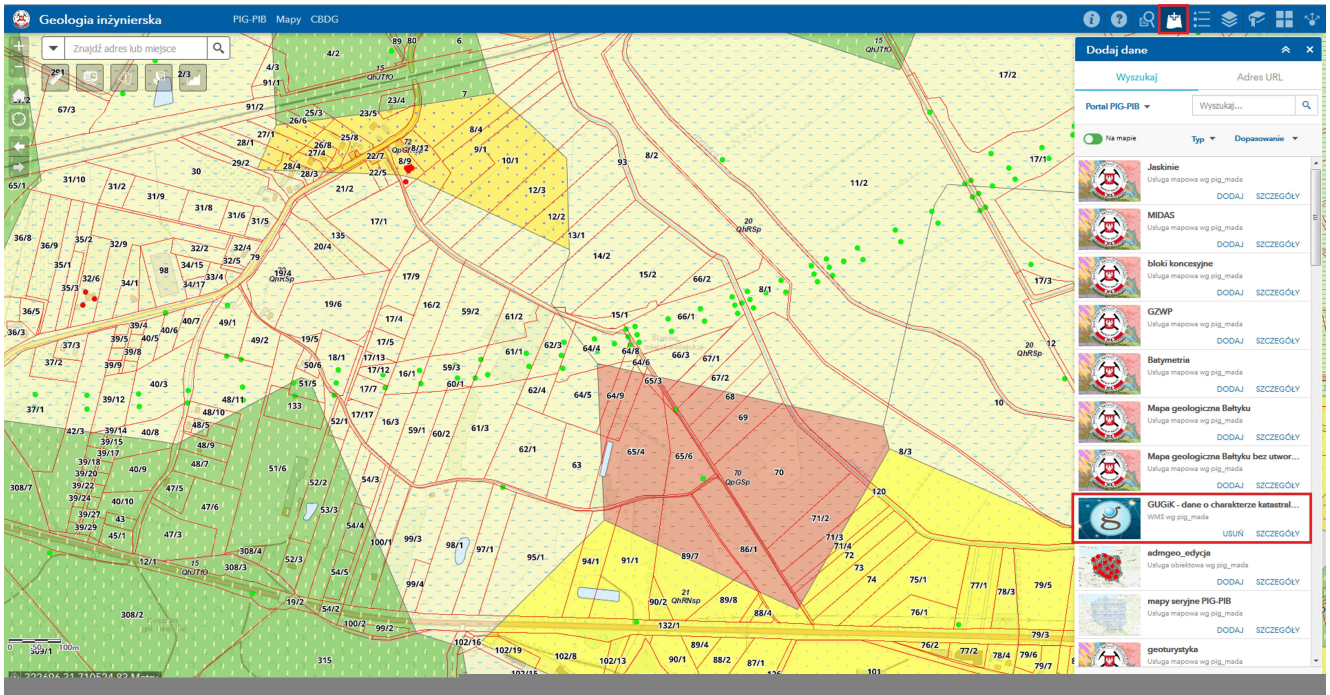
Rys. 2. W ramach realizacji projektu BDGI wykonano ponad 3200 arkuszy map geologiczno-inżynierskich w skali 1:10 000. Arkusze te są dostępne do pobrania z serwerów CBDG za pomocą kilku kliknięć. Widoczna przykładowa mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 2 m p.p.t.

## 2. Dostęp do danych

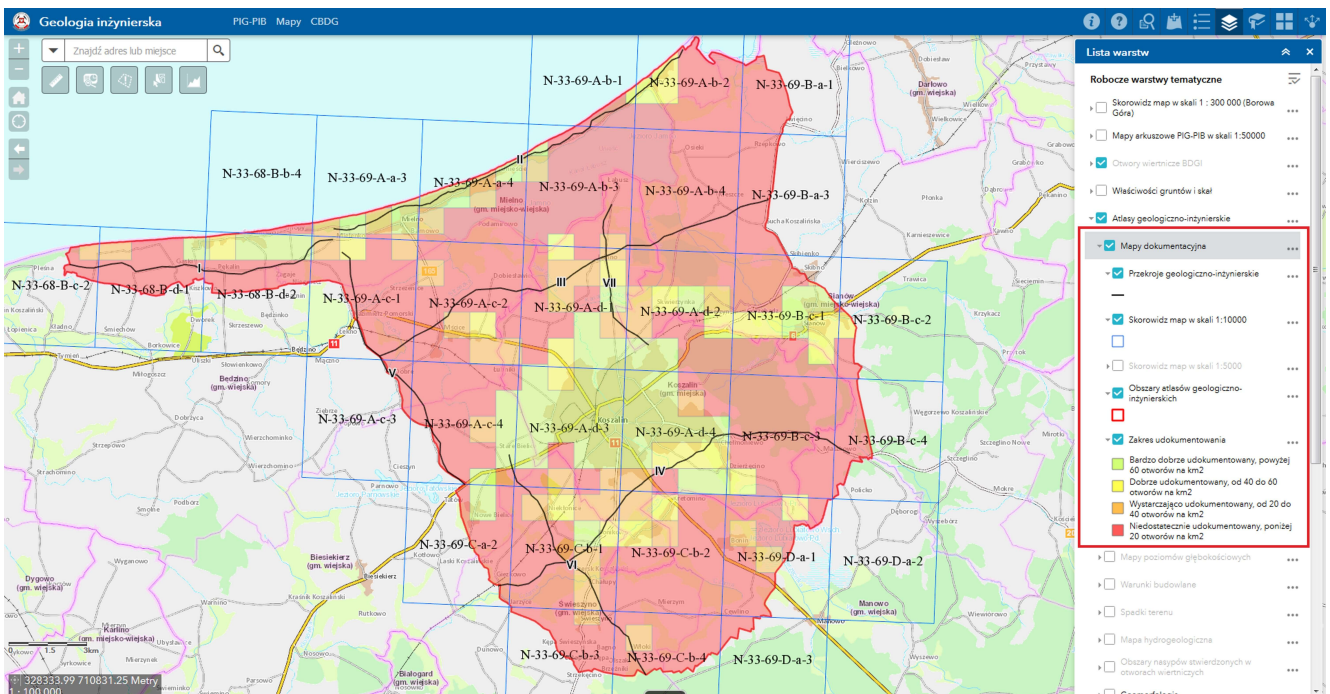
Dostęp do danych geologiczno-inżynierskich jest możliwy poprzez dwie aplikacje mapowe działające z poziomu przeglądarki sieciowej: PortalCBDG oraz GeoLOG.

**PortalCBDG** (<http://geologia.pgi.gov.pl>) został oparty na rozwiązaniu Portal for ArcGIS. Jest to platforma pozwalająca w

prosty i przyjazny sposób opracowywać i publikować mapy oraz sieciowe aplikacje mapowe. Oferuje te same narzędzia tworzenia i udostępniania zasobów mapowych w sieci, które dostępne są w ramach ArcGIS Online z tą różnicą, że wszystkie komponenty zainstalowane są na serwerach PIG-PIB. Niewątpliwą zaletą Portal for ArcGIS jest możliwość budowania aplikacji mapowych, przez użytkowników nieposiadających wiedzy programistycznej, za pomocą prostych w obsłudze kreatorów lub szablonów aplikacyjnych. Istnieje również możliwość tworzenia specjalistycznych, dedykowanych aplikacji o rozbudowanej funkcjonalności. Z portalu mogą korzystać zarówno użytkownicy mający utworzone konta jak i niezalogowani. Użytkownicy zalogowani mogą pracować na trzech podstawowych poziomach dostępu: administrator, publikujący lub użytkownik. Role użytkowników w portalu mogą być też dowolnie konfigurowane w zależności od celu danego projektu. Podstawowym elementem udostępniania danych w portalu jest mapa sieciowa (*web map*), która służy do definiowania roboczych map tematycznych i konfiguracji ich atrybutów. Warstwy tematyczne mogą pochodzić z wielu źródeł m.in.: usługi ArcGIS for Server, usługi OGC, zasoby ArcGIS Online, pliki shape, pliki TXT i CSV oraz innych. Istnieje również możliwość tworzenia aplikacji mapowych za pomocą narzędzia Web AppBuilder for ArcGIS (Developer Edition) zintegrowanego z portalem.



Rys. 3. PortalCBDG. Możliwość dodania do aplikacji tworzonej w Portal for ArcGIS zewnętrznej usługi WMS zawierającej dane katastralne z GUGIK znacząco ułatwia korzystanie z geologiczno-inżynierskich warstw informacyjnych.



Rys. 4. PortalCBDG. Skorowidz arkuszy map geologiczno-inżynierskich w skali 1:10 000 dla Atlasu Koszalina oraz warstwa zakresu udokumentowania o rozdzielczości 1 x 1 km, która informuje użytkownika o liczbie otworów badawczych wykonanych w danym oczku siatki.

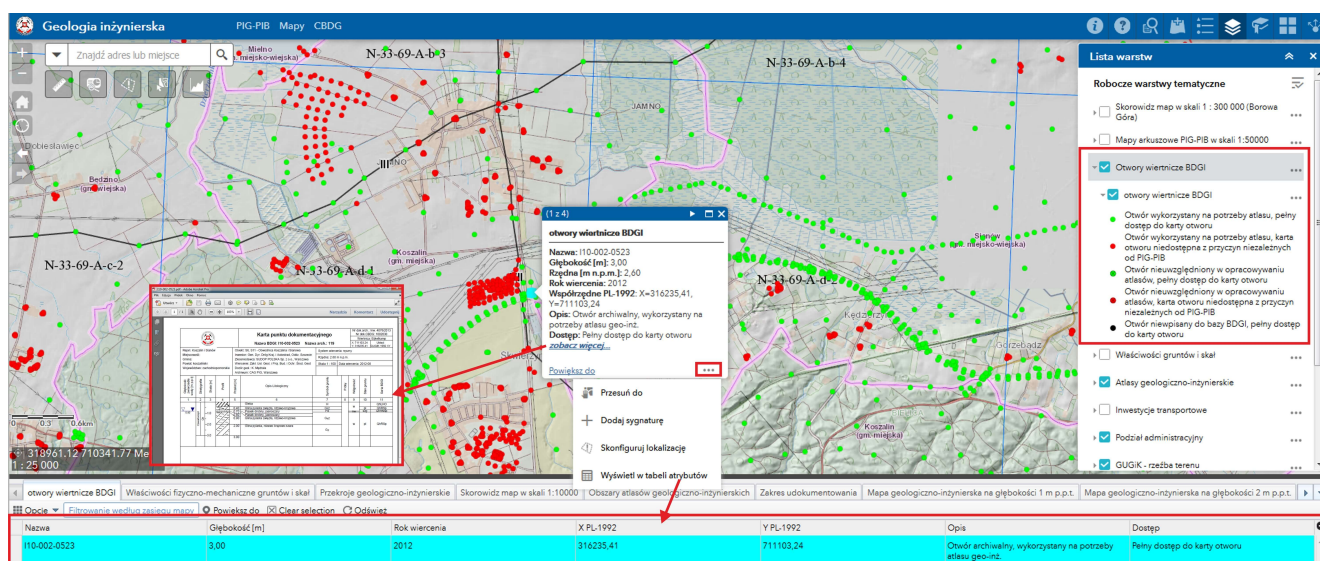
**GeoLOG** (<https://geolog.pgi.gov.pl/>). Aplikacja dedykowana głównie urządzeniom mobilnym, do pracy w terenie, która umożliwia dostęp do danych geologicznych publikowanych przez PIG-PIB, w tym do danych z BDGI. Główne funkcjonalności aplikacji to m.in.: lokalizacja w terenie za pomocą GPS i sygnału z sieci GSM, publikowanie własnych map w portalach społecznościowych lub przesyłanie linków do map e-mailem, wczytywanie dowolnych dodatkowych map za pomocą usług sieciowych WMS. Na podkreślenie zasługuje również fakt, że GeoLOG jest pierwszą aplikacją, jaka powstała z wykorzystaniem uruchomionego w PIG-PIB systemu wytwarzania oprogramowania. Głównymi elementami składowymi tej swoistej „fabryki oprogramowania” są repozytoria kodu źródłowego (takie jak: SVN, Bitbucket, Github), systemy kontroli wersji (TortoiseSVN, Git, SourceTree), oraz system śledzenia zagadnień (czyli tzw. bugtracker oraz Jenkins) spinające wszystko w efektywnie funkcjonującą całość.

### **3. Zastosowanie i dalsze potrzeby**

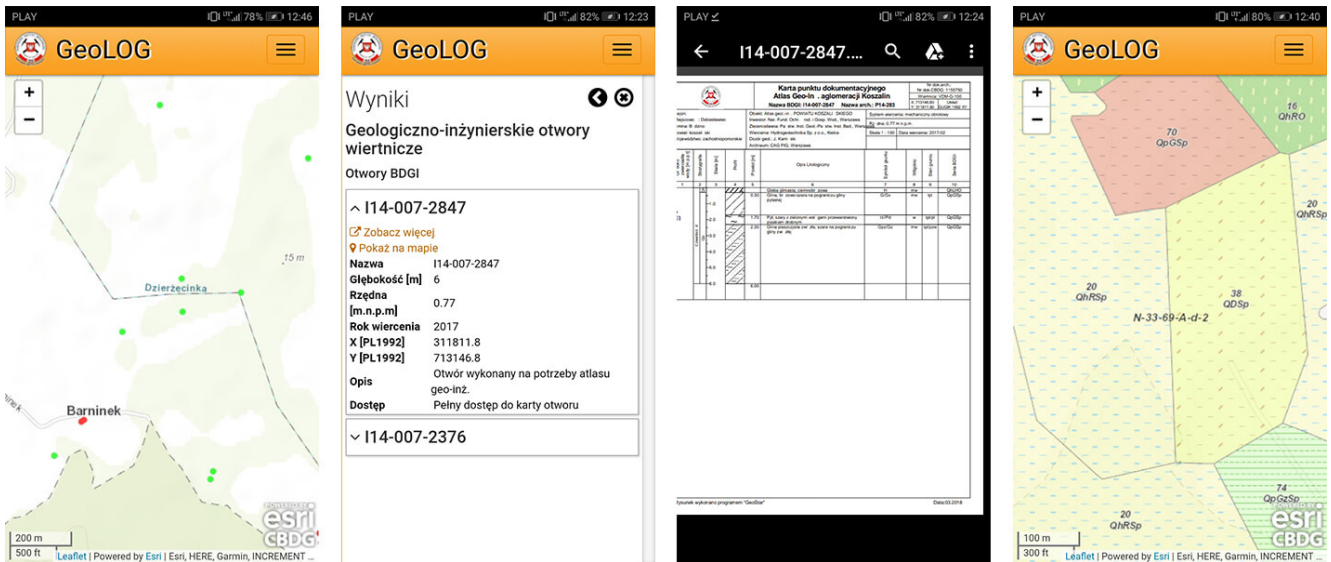
Dane zgromadzone w Bazie Danych Geologiczno-Inżynierskich mogą być wykorzystywane m.in. do: wykonywania wstępnej oceny warunków budowlanych i ryzyka geologicznego przed rozpoczęciem inwestycji i badań terenowych (*desk study*), projektowania badań geologicznych, wykonywania analiz geoprzestrzennych i wizualizacji budowy geologicznej, planowania przestrzennego i zarządzania przestrzenią podziemną miast. Dane znajdujące się w BDGI są użyteczne dla szerokiego grona odbiorców, w tym: administracji samorządowej, przedsiębiorstw branży geologicznej, projektowej, inwestorów, ekspertów zajmujących się szeroko pojętym środowiskiem geologicznym w kontekście potrzeb zagospodarowania przestrzennego i budownictwa oraz uczelni wyższych i instytutów badawczych. Dane te mogą posłużyć również do zwiększania poziomu wiedzy w zakresie geologicznej budowy miast Polski wśród osób nie związanych bezpośrednio z branżą geologiczną. Dane geologiczno-inżynierskie zgromadzone w BDGI mogą stać się ważnym elementem



krajowej infrastruktury danych przestrzennych. Jednym z istotnych elementów projektu BDGI było opracowanie modelu danych z wierceń i danych przestrzennych. Dzięki takiemu podejściu informacje zawarte w BDGI są zestandaryzowane w zakresie słowników stratygrafii oraz litologii i genezy gruntów i skał. Stosowanie modelu danych umożliwia dalsze dynamiczne przetwarzanie informacji oraz zapewnia wysoką jakość danych poprzez m.in. eliminację błędów transkrypcji podczas wprowadzania archiwalnych otworów wiertniczych do bazy. Ważnym obszarem, w którym można wykorzystać dane zgromadzone w BDGI jest stosowanie zaawansowanych, nowoczesnych technik wizualizacji 3D. Zastosowany model danych z wierceń i danych przestrzennych pozwala na przyszłą implementację nowoczesnych technologii BIM (Building Information Modeling) w skali pojedynczej inwestycji oraz na implementację CIM (City Information Modeling) w skali planowania całych miast.



Rys. 5. Portal CBDG. Widok aplikacji mapowej (Portal for ArcGIS) prezentujący warstwę otworów geologiczno-inżynierskich wraz z danymi opisowymi. Użytkownik może w sposób wygodny uzyskać informację o metryce poszczególnego punktu, jego tabeli atrybutów oraz pobrać profil otworu w postaci pliku pdf <http://geologia.pgi.gov.pl>, zakładka „Budownictwo”.



Rys. 6. (6\_1 do 6\_4) GeoLOG. Ogromne zasoby danych geologicznych, mapy i informacje o wynikach badań Państwowego Instytutu Geologicznego, w tym danych geologiczno-inżynierskich są na wyciągnięcie ręki. Całkowicie za darmo, bez logowania i hasła! Wystarczy wziąć telefon czy tablet i w dowolnym miejscu –w biurze lub w terenie, skorzystać z nowej aplikacji GeoLOG, by przeglądać oraz pobierać karty otworów badawczych, mapy geologiczno-inżynierskie oraz odpowiadające im objaśnienia tekstowe.

Zainteresowanych tematem geologii dla miast odsyłamy do bazy wiedzy o geologii inżynierskiej na stronie BDGI [http://geoportal.pgi.gov.pl/atlasy\\_gi/publikacje](http://geoportal.pgi.gov.pl/atlasy_gi/publikacje) oraz stronie projektu COST SubUrban <http://sub-urban.squarespace.com/>.

Wykonawcy projektu Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI) pragną podziękować firmom Esri Polska, SoftProjekt oraz TAXUS IT za współpracę przy realizacji projektu i opracowywaniu modelu danych geologiczno-inżynierskich.

- <http://atlasy.pgi.gov.pl> – strona projektu Baza Danych Geologiczno – Inżynierskich
- <https://geolog.pgi.gov.pl/> – przeglądarka mobilna GIS – GeoLOG
- <http://geologia.pgi.gov.pl> – zakładka Budownictwo na

portalu Centralnej Bazy Danych Geologicznych (CBDG)