

Możliwości wykorzystania bazy danych PPW-WJ i PPW-WH w geologii inżynierskiej

Marta Chada¹, Krzysztof Majer¹, Adam Roguski¹



M. Chada



K. Majer



A. Roguski

Possibility of the application database information FA-VQ and FA-EH for purposes engineering geology. Prz. Geol., 62: 560–562.

Abstract. GIS HMP 1:50 000 information layers of "first aquifer – vulnerability and quality" (FA-VQ) and "first aquifer – extent and hydrodynamics" (FA-EH) include selected elements of the first aquifer hydrogeological description. Scope of these databases may serve in geological research. These include engineering geology, for which target research area is determining soil hydrogeological conditions for infrastructure bedding purposes, spatial planning or remediation of contaminated areas.

Keywords: engineering geology, the first aquifer, ground water vulnerability, ground water quality, ground water hydrodynamic

Wody podziemne są ważnym elementem w geologii inżynierskiej. Ocena warunków hydrogeologicznych uzupełnia rozpoznanie budowy geologicznej. Pozwala ona na zidentyfikowanie położenia poziomów wód podziemnych, rozprzestrzenienia warstw wodonośnych i warstw nieprzepuszczalnych. Znajomość stosunków wodnych ma duże znaczenie przy projektowaniu oraz w pracach podczas posadawiania obiektów budowlanych, gdyż jest istotną częścią modelu geologicznego.

Dla geologii inżynierskiej znaczący jest zarówno chemizm, jak i dynamika wód podziemnych. Skład chemiczny wód podziemnych jest istotny, m.in. ze względu na procesy sorpcji i wymiany jonowej oraz procesy utleniająco-redukcyjne, mające wpływ na agresywność wód w stosunku do betonu. Wiedza na temat dynamiki wód podziemnych jest ważna, np.: w aspekcie zmian właściwości gruntu, transportu zanieczyszczeń, zmian ciśnienia hydrostatycznego na podziemne konstrukcje budowlane (fundamenty, garaże podziemne, tunele itp.), poprzez wpływ na wartość naprężeń efektywnych. Hydrodynamika ma znaczenie zarówno w przypadku przemieszczania się mas wody w gruncie, jak i wahań zwierciadła.

Niezwykle istotną informacją jest położenie oraz głębokość pierwszego poziomu wodonośnego, zwanego zazwyczaj poziomem wód gruntowych. Wody gruntowe, mające często bezpośrednio kontakt z obiektami budowlanymi, wpływają na odpowiednie zaplanowanie głębokości ich posadowienia, wyboru technologii wzmocnienia podłoża gruntowego i harmonogramu prac inżynierskich, a w konsekwencji kosztów inwestycji.

Należy podkreślić, że wody podziemne są jednym z bardziej istotnych elementów wpływających na ocenę ryzyka geologicznego i zagrożenia dla inwestycji budowlanej (Majer E. i in., 2013).

Niniejszy artykuł ma na celu przedstawienie możliwości wykorzystania danych z map MHP i PPW, ale jednocześnie ma przestrzec przed zagrożeniem związanym z bezkrytycznym korzystaniem z takich informacji przez dokumentujących geologów, przy ocenianiu warunków geologiczno-inżynierskich.

WARSTWY INFORMACYJNE BAZY DANYCH PPW

Pierwszy poziom wodonośny (PPW) to pierwsza od powierzchni terenu warstwa wodonośna lub zespół warstw wodonośnych wykazujących wzajemną łączność hydrauliczną i spełniających odpowiednie kryteria (Herbich i in. 2004). PPW może być użytkowym poziomem wodonośnym, kiedy warstwa lub zespół warstw wodonośnych osiąga miąższość $M \geq 5$ m, wodoprzewodność ponad $50 \text{ m}^2/\text{d}$ i wydajność ponad $5 \text{ m}^3/\text{godz}$. Może być także głównym użytkowym poziomem wodonośnym, kiedy jest podstawowym źródłem zaopatrzenia w wodę podziemną, ma dominujący zasięg i zasobność.

W ramach rozszerzania Mapy Hydrogeologicznej Polski (MHP), opracowywane są warstwy informacyjne bazy danych GIS MHP „pierwszy poziom wodonośny – warunki występowania i hydrodynamika”, zwanej dalej PPW-WH, które obejmują: hydroizohipsy, warunki występowania pierwszego poziomu wodonośnego, źródła, podmokłości, rodzaj i stratyfację pierwszego poziomu wodonośnego oraz jego związek z wodami powierzchniowymi.

Kontynuację prac nad rozpoznaniem i charakterystyką pierwszego poziomu wodonośnego stanowią warstwy informacyjne bazy danych GIS MHP „pierwszy poziom wodonośny – wrażliwość na zanieczyszczenie i jakość wód”, zwanej dalej PPW-WJ.

Ich celem jest dokonanie oceny stanu jakościowego płytkich wód podziemnych, które są związane bezpośrednio z ekosystemami wód powierzchniowych oraz ekosystemami lądowymi zależnymi od wód podziemnych. Dotyczy to również obszarów chronionych NATURA 2000.

Pierwszy poziom wodonośny stanowi na wielu obszarach źródło zaopatrzenia w wodę pitną. Dlatego istotne jest przeprowadzenie oceny stopnia wrażliwości płytkich wód podziemnych na zanieczyszczenia, np. związkami azotu pochodzenia rolniczego (Rozp. Ministra Środowiska z dn. 23.12.2002 r.). Zadania realizowane przy tworzeniu map pierwszego poziomu wodonośnego wynikają między innymi z ustaleń Ramowej Dyrektywy Wodnej i Dyrektywy

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; marta.chada@pgi.gov.pl, krzysztof.majer@pgi.gov.pl, adam.roguski@pgi.gov.pl.

Azotanowej (Dyr. Parlamentu Europejskiego i Rady z dn. 23.10.2000 r.; Dyr. Rady z dn. 12.12.1991 r.).

Dla oceny transportu zanieczyszczeń z powierzchni terenu przez pierwszy poziom wodonośny do użytkowych poziomów wodonośnych ma znaczenie stopień podatności na zanieczyszczenie. Wskaźniki jakości wód pierwszego poziomu wodonośnego badane w punktach opróbowania, to: NO_2 , NO_3 , NH_4 , SO_4 , Cl oraz przewodnictwo, pH i temperatura. Są to czynniki uwzględniane w ocenie jakości poziomów PPW.

BAZA DANYCH PPW Z PUNKTU WIDZENIA GEOLOGII

W ramach opracowań geologiczno-inżynierskich bada się przede wszystkim podłoże gruntowe, ale także otaczające środowisko gruntowo-wodne. Wykorzystane dane od takich opracowań muszą być nie tylko wiarygodne, ale też aktualne.

Podstawą przy realizacji map pierwszego poziomu wodonośnego (PPW) są przede wszystkim dane ze Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski (SMGP) w skali 1: 50 000 oraz warstwy Mapy Hydrogeologicznej Polski (MHP), także w skali 1: 50 000. Przy wykonywaniu SMGP, MHP oraz później warstw PPW-WH i PPW-WJ wykorzystywano niewielką (z punktu widzenia potrzeb geologii inżynierskiej) liczbę otworów badawczych. Zbieranie aktualnych materiałów i informacji terenowych (np. wykonanie płytkich sond penetracyjnych, piezometrów badawczych) wiąże się często z kwestią nieplanowanych kosztów, stąd większość autorów map wykorzystuje w pierwszej kolejności dane archiwalne.

Do realizacji wyżej wymienionych map służą podkłady topograficzne, na których umieszczone informacje (lasy, obszary zalesione, zurbanizowane itp.), tak istotne dla map PPW, są często przedawnione. Zdarza się, że niektóre arkusze MHP, były wykonane (z braku odpowiednich arkuszy SMGP) na podstawie map geologicznych w skali 1: 200 000 lub autorskich materiałów do SMGP, będących jeszcze przed ostateczną redakcją. Często efektem takiego stanu rzeczy jest określanie granic jednostek hydrogeologicznych PPW, które nie odpowiadają wydzieleniom geomorfologicznym.

Jednym z elementów powstałych w wyniku wykorzystywania danych z SMGP i MHP jest ulokowanie na mapach PPW-WH obszarów występowania pierwszego poziomu wodonośnego o znacznie zróżnicowanych warunkach „zww” i właściwościach warstw wodonośnych (Herbich i in., 2008). Jest to bardzo ważna dla geologa inżynierskiego informacja, że na takim obszarze warunki hydrogeologiczne i gruntowe mogą być bardzo zróżnicowane i niepewne. Obszary te charakteryzują się tym, że nie spełniają kryteriów ciągłości, miąższości i wodoprzepuszczalności warstw wodonośnych. Wyznaczona na nich jakość wód podziemnych (warstwa informacyjna bazy danych PPW-WJ) często odbiega od rzeczywistej, co wynika właśnie z braku ciągłości poziomu wodonośnego, zmiennej głębokości jego występowania oraz zróżnicowanej litologii.

Niewielka liczba usytuowanych w znacznej od siebie odległości otworów, w których dokonywano pomiarów położenia zwierciadła wód podziemnych, wpływa tylko na orientacyjne wyznaczanie przebiegu hydroizohips. Izolinie hydroizohips, ustalane na podstawie intuicji i doświadczenia autora mapy, dają geologowi inżynierskiemu tylko wstępną informację o kierunku splotu wód podziemnych i głębokości położenia zwierciadła wody, która musi być zweryfikowana podczas prac dokumentacyjnych

W ramach prac terenowych związanych z realizacją PPW-WJ, chemizm wód pierwszego poziomu wodonośnego jest często badany w studniach kopanych. Liczba takich punktów pomiarowych znacznie maleje w wyniku przechodzenia na system wodociągowy. Właściciele studni kopanych przestają z nich korzystać, nawet do celów gospodarczych. W takich przypadkach są one użytkowane sporadycznie i przez to często bywają w złym stanie technicznym, a także sanitarnym. Wody w takich studniach, mając stały kontakt z powietrzem atmosferycznym, charakteryzują się zazwyczaj odmiennym składem chemicznym od faktycznie występującego w warstwie wodonośnej.

PROBLEMATYKA WYKORZYSTANIA WARSTW BAZY DANYCH PPW W GEOLOGII INŻYNIERSKIEJ

Pierwszy poziom wód gruntowych a wody zawieszone

Przy próbie wykorzystania warstw bazy danych PPW problematyczne staje się zdefiniowanie pojęcia pierwszego poziomu wód podziemnych. Mapy bazy danych PPW nie zawierają informacji dotyczącej zasięgu poziomów wód zawieszonych, tak istotnych przy projektowaniu obiektów budowlanych oraz planowaniu technologii wzmocnienia podłoża gruntowego. Według hydrogeologów poziomy te nie spełniają kryteriów pierwszego poziomu wodonośnego z uwagi na sezonowe zmienności retencji, czy zaniku tych wód. Niska liczba punktów dokumentacyjnych sprawia także, że wody zamknięte w piaszczystych soczewkach w gruntach słaboprzepuszczalnych mogą być niezauważone.

W geologii inżynierskiej ważna jest każda informacja dotycząca występowania wód, gdyż wpływa to znacząco na stan naprężeń w gruntach i jego zmiany pod obciążeniem. Pomińnięcie aspektu poziomu wód zawieszonych, czy też wód zamkniętych w soczewach w gruntach spoistych, stwarza poważne ryzyko zbudowania nieprawidłowego modelu geologicznego, a w konsekwencji modelu geotechnicznego będącego podstawą dla projektu budowlanego (Rozp. Ministra Transportu, Budownictwa... z dn. 25.04.2012 r.). Brak informacji o występowaniu pierwszego od powierzchni zwierciadła wody stwarza także problemy przy projektowaniu odwodnienia głębokich wykopów. Może to grozić poważnymi konsekwencjami, z katastrofą budowlaną włącznie. Woda podziemna w soczewach często jest napięta, natomiast poziomy zawieszony mogą być zasobne w wody, dlatego też nie powinny być one pomijane przy sporządzaniu modelu geologicznego.

Agresywność i podatność na zanieczyszczenia wód podziemnych

Następnym elementem możliwym do wykorzystania w opracowaniach geologiczno-inżynierskich, a zawartym na mapie PPW-WJ jest chemizm wód podziemnych pierwszego poziomu wodonośnego. Informacja o składzie chemicznym wód podziemnych pozwala na oszacowanie agresywności chemicznej wód gruntowych w stosunku do elementów konstrukcyjnych obiektów budowlanych, głównie betonu, a także stali. Na podstawie warstwy „jakość” mapy PPW-WJ można określić agresywność: kwasową, siarczanową, chlorkową i amonową. Wyniki badań agresywności wód podziemnych przedstawiono na arkuszach mapy punktowo, w miejscach poboru próbek. Dane te mogą być wykorzystane w opracowaniach geologiczno-inżynierskich jedynie w przypadku, gdy teren takiego opracowania obejmuje lub jest w pobliżu opróbowanych punktów badawczych. Biorąc pod uwagę nierównomierne

rozprzestrzenienie oraz małą liczbę takich punktów, powyższe dane można wykorzystać tylko na wstępnych etapach dokumentowania i mogą one posłużyć jedynie jako pogładowa informacja archiwalna.

Warstwa „wrażliwość” mapy PPW-WJ przedstawia stopień podatności pierwszej warstwy wodonośnej na zanieczyszczenia, czyli przybliżonego czasu dotarcia zanieczyszczeń do „wód gruntowych”. Dane te często wykorzystuje się w opracowaniach geologiczno-inżynierskich dotyczących potencjalnego wpływu na wody podziemne planowanych obiektów budowlanych, takich jak: składowiska odpadów, czy komunikacyjnych i transportowych obiektów liniowych. Ze względu na wyżej wspomnianą małą skalę map, dane o wrażliwości warstwy wodonośnej mogą być brane pod uwagę jedynie w geologiczno-inżynierskich opracowaniach typu studialnego.

Skala i dokładność opracowań kartograficznych

Odrębną, niezwykle istotną kwestią, jest skala opracowania warstw informacyjnych PPW-WH i PPW-WJ. Większość opracowań geologiczno-inżynierskich jest wykonana w skali 1: 10 000 i większych. Duża skala pozwala na dokładną charakterystykę informacji geologicznej wykorzystanej w tworzeniu modelu geologicznego, bardzo ważnego w projektowaniu inwestycyjnym. Dla geologii inżynierskiej mapy w skali 1: 50 000 mają znaczenie pogładowe. Zawierają one za mało dokładne informacje dla opracowań geologiczno-inżynierskich, nawet o charakterze doradczo-eksperymentalnym. Bazy danych PPW przydatne są tylko we wstępnych etapach budowlanego procesu inwestycyjnego, czy tworzenia dokumentacji do celów planowania przestrzennego. Dane zawarte w PPW wykorzystuje się w opracowaniach typu studialnego, na przykład do wstępnego określenia warunków geologiczno-inżynierskich przy wyznaczaniu wariantów przebiegu drogi kolejowej, ekspresowej, autostrady czy gazociągu.

Wszystkie kartograficzne elementy opracowań geologiczno-inżynierskich są wykonywane zgodnie z rozporządzeniem w sprawie systemu odniesień przestrzennych (Rozp. Rady Ministrów z dn. 15.10.2012 r.). Według tego rozporządzenia, dla map w skali większej od 1: 10 000 należy stosować układ współrzędnych PL-2000, natomiast dla map w skali 1: 10 000 i mniejszej obowiązuje układ współrzędnych PL-1992 (PUWG-1992). Korzystanie z informacji zawartych w mapach PPW-WH oraz PPW-WJ, obrazowanych w układzie współrzędnych PUWG-1992, wymusza konwersję danych do obowiązujących układów współrzędnych. Niejednokrotnie generuje to błędy przeliczeniowe, co powoduje nieprawidłowe umieszczenie przekierowanych warstw na mapach. Należy więc zwracać na to szczególną uwagę, korzystając z danych PPW do opracowań geologiczno-inżynierskich.

PODSUMOWANIE

1. Przesłaniem niniejszego artykułu jest z jednej strony ukazanie możliwości wykorzystania danych, a z drugiej zasygnalizowanie zagrożeń związanych z obserwowaną, wzrastającą tendencją wśród dokumentatorów do bezkrytycznego wykorzystywania informacji z map MHP i PPW przy ocenianiu warunków geologiczno-inżynierskich. Do dokumentacji i innych opracowań geologiczno-inżynierskich, opracowywanych zwykle w skalach większych niż 1: 10 000, można i należy wykorzystywać dane oraz warstwy z map PPW-WH i PPW-WJ, trzeba jednak pamiętać o wykonywaniu dodatkowych badań uszczegółwiających.

2. Mapa MHP PPW-WJ i PPW-WH w skali 1: 50 000 obejmuje wybrane elementy charakterystyki hydrogeologicznej pierwszego poziomu wodonośnego. Zakres warstw informacyjnych tych map może być wykorzystywany w badaniach środowiska geologicznego, w tym w geologii inżynierskiej, której głównym przedmiotem analiz jest określenie warunków gruntowo-wodnych dla potrzeb posadowienia obiektów budowlanych oraz planowania przestrzennego, czy rekultywacji obszarów zdegradowanych (Frankowski i in., 2012).

3. Baza danych PPW-WH i PPW-WJ niesie dużo istotnych informacji przydatnych w wielu dziedzinach. Informacje te są niezbędne do wstępnej oceny warunków hydrogeologicznych, raportów oddziaływania na środowisko, czy w planowaniu kierunków rozwoju regionalnego. Zarówno mapy MHP, jak i PPW dają bardzo ważną, choć niepełną wiedzę na temat wód podziemnych na analizowanym przez geologa inżynierskiego terenie (np.: w dolinach rzecznych). Dotyczy to m.in. płytkiego położenia zwierciadła wód gruntowych lub podwyższonych stężeń wskaźników jakości wód.

4. Należy wyraźnie zaznaczyć, że warstwy bazy danych PPW nie mogą być podstawowym i jedynym źródłem informacji charakteryzujących warunki wodne, do celów dokumentowania geologiczno-inżynierskiego. Ze względu na skalę opracowania – 1: 50 000 – warstwy informacyjne PPW-WJ i PPW-WH mają dla geologii inżynierskiej jedynie znaczenie pogładowe. Warstwy map PPW mogą być wykorzystywane tylko na wstępnych etapach budowlanego procesu inwestycyjnego. Ponadto problematyczne do celów geologiczno-inżynierskich jest niedostateczne i nierównomierne rozprzestrzenienie punktów badawczych oraz niepewność i zmienność w czasie wyników przeprowadzonych badań. Pozwała to jedynie na wykorzystanie warstw bazy danych PPW w opracowaniach typu studialnego, w skali dużo mniejszej od 1: 10 000 (Majer K. i in., 2012).

LITERATURA

- DYREKTYWA Rady z dnia 12.12.1991 r. dotyczącej ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego (91/676/EWG). Dz.Urz.WE L 375/1 z 31.12.1991.
- DYREKTYWA 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23.10.2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej. Dz.Urz.WE. L 327/1 z 22.12.2000.
- FRANKOWSKI Z. i in. 2012 – Zasady dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb rekultywacji terenów zdegradowanych. ITB, Państw. Inst. Geol. – PIB, Warszawa.
- HERBICH P. i in. (Zespół Koordynacyjny MHP) 2004 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000. Udostępnianie, weryfikacja, aktualizacja i rozwój. Instrukcja. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- HERBICH i in. (Zespół Koordynacyjny MHP), 2008 – Opracowanie programu prac, arkuszy pilotażowych i instrukcji merytorycznej wykonania warstw informacyjnych „Wrażliwość na zanieczyszczenie i jakość wód pierwszego poziomu wodonośnego” do bazy danych GIS Mapy Hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000. Wskazania metodyczne do opracowania warstw informacyjnych bazy danych GIS Mapy Hydrogeologicznej Polski 1:50 000 „pierwszy poziom wodonośny – wrażliwość na zanieczyszczenie i jakość wód”. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MAJER E., SOKOŁOWSKA M. & RYŻYŃSKI G. 2013 – Identyfikacja ryzyka geologicznego w procesie inwestycyjnym. Państw. Inst. Geologiczny – PIB., Warszawa.
- MAJER K. i in. 2012 – Atlasy geologiczno-inżynierskie aglomeracji miejskich w skali 1:10 000 – Instrukcja wykonywania. Państw. Inst. Geol. – PIB., Warszawa.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 23.12.2002 r. w sprawie kryteriów wyznaczania wód wrażliwych na zanieczyszczenie związkami azotu ze źródeł rolniczych (Dz. U. z 2003 r. Nr 241, poz. 2093).
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z 2012 r. Nr 0, poz. 463).
- ROZPORZĄDZENIE Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r. w sprawie systemu odniesień przestrzennych (Dz.U. z 2012 r. Nr 0, poz. 1247).