

## ZADANIA ŚRODOWISKA HYDROGEOLOGÓW W BUDOWIE INFRASTRUKTURY INSPIRE

### TASKS OF THE HYDROGEOLOGISTS' COMMUNITY IN FORMATION OF THE INSPIRE INFRASTRUCTURE

JANUSZ MICHALAK<sup>1</sup>

**Abstrakt.** Europejska inicjatywa INSPIRE jest przedsięwzięciem, którego rolę w zakresie udostępniania geoinformacji o środowisku trudno jest przecenić. Podstawą tej inicjatywy jest Ramowa Dyrektywa Parlamentu Europejskiego, która dotyczy ustanowienia ESDI (**I**nfrastucture for **S**patial **I**nformation in the **E**uropean **C**ommunity – INSPIRE). Wśród 34 zakresów tematycznych, których dane będą udostępniane, znajdują się także dane z zakresu geologii i hydrologii, a w konsekwencji także dane hydrogeologiczne. Zastosowanie najnowszych technologii interoperacyjnych stwarza użytkownikom zupełnie nowe możliwości dostępu w trybie *on-line* do wielkich zasobów geoinformacyjnych w postaci cyfrowej, które dotychczas były trudno dostępne, a często także praktycznie niedostępne. Pożytek z bezpośredniego dostępu do tych zasobów nakłada jednak na środowisko hydrogeologów także obowiązki. Inne środowiska będą miały również prawo dostępu do informacji hydrogeologicznej. W konsekwencji tego dyrektywa INSPIRE nakłada obowiązek udostępniania danych hydrogeologicznych w formach i strukturach precyzyjnie określonych w przepisach wykonawczych tej dyrektywy.

**Słowa kluczowe:** infrastruktura geoinformacyjna, dane hydrogeologiczne, GML, model danych, struktura danych.

**Abstract.** European initiative INSPIRE is an undertaking which role in scope of environmental geospatial information providing cannot be overestimated. The base of this initiative is Framework Directive of European Parliament, which establishes an **I**nfrastucture for **S**patial **I**nformation in the **E**uropean **C**ommunity (INSPIRE). Among 34 thematic domain, which data will be provided, spatial data in scope of geology, hydrology and in consequence also in scope of hydrogeology will occur. Application of advanced interoperable technologies creates for users completely new possibilities of access in on-line mode to large resources of geospatial information in digital form, which were hard to reach previously and as well often practically unavailable. Benefit from direct access to these resources imposes on hydrogeologists community also an obligation. Other communities will have access rights to hydrogeological information also. In consequence of this, Directive INSPIRE imposes an obligation to make hydrogeological data available in forms and structures precisely specified in implementation rules of the Directive.

**Key words:** geospatial information infrastructure, hydrogeological data, GML, data model, data structure.

### WSTĘP

Od wczesnych lat dziewięćdziesiątych w europejskich środowiskach zajmujących się geoinformacją trwały dyskusje na temat Europejskiej Infrastruktury Geoinformacyjnej. Zagadnienia te mają wiele aspektów: polityki w zakresie geoinformacji i regulacji prawnych, prawa autorskiego, kosztów produkcji i udostępniania, architektury i standardów (Gaździcki, 2007). Brak konsensusu w tych sprawach i wynikający z tego brak decyzji, szczególnie w tym ostatnim

aspekcie, spowodowały znaczne opóźnienia w rozwoju Europejskiej Infrastruktury Geoinformacyjnej w porównaniu z innymi regionami świata. W wielu krajach europejskich podejmowano własne, narodowe inicjatywy w tym zakresie, niestety, przyjmując najczęściej bardzo różne rozwiązania, oparte na różnych standardach i wzorach – często nie najlepszych. Na szczęście ten etap Europa ma już za sobą (Michalak, 2003). W 2007 r. Parlament Europejski uchwalił Ra-

<sup>1</sup> Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii, ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa

Tabela 1

## Zakres tematyczny danych geoprzestrzennych w ESDI

Thematic scope of geospatial data in ESDI

Aneks/Temat	Tytuł	Dysponent w Polsce
<b>Załącznik I</b>		
1/1	Systemy odniesienia za pomocą współrzędnych	Główny Geodeta Kraju
1/2	Systemy siatek geograficznych	Główny Geodeta Kraju
1/3	Nazwy geograficzne	Główny Geodeta Kraju / GUS, MSWiA, MKiDN
1/4	Jednostki administracyjne	GUS / Główny Geodeta Kraju
1/5	Adresy	Główny Geodeta Kraju / GUS
1/6	Działki katastralne	Główny Geodeta Kraju / GUS, LP
1/7	Sieci transportowe	Główny Geodeta Kraju / MT
1/8	Hydrografia	Główny Geodeta Kraju / Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, Główny Geolog Kraju
1/9	Obszary chronione	Główny Konserwator Przyrody / MKiDN, Główny Geodeta Kraju
<b>Załącznik II</b>		
2/1	Ukształtowanie terenu	Główny Geodeta Kraju / MON
2/2	Użytkowanie terenu	Główny Geodeta Kraju / Główny Geolog Kraju, MB, Główny Inspektor Ochrony Środowiska, ARiMR
2/3	Ortoobrazy	Główny Geodeta Kraju
2/4	Geologia	Główny Geolog Kraju
<b>Załącznik III</b>		
3/1	Jednostki statystyczne	GUS / Główny Geodeta Kraju, MRR
3/2	Budynki	Główny Geodeta Kraju / MB, MKiDN
3/3	Gleba	Główny Geodeta Kraju / MRiRW, Główny Inspektor Ochrony Środowiska
3/4	Zagospodarowanie przestrzenne	MRR / MB, MKiDN, MŚ
3/5	Zdrowie i bezpieczeństwo ludzi	MZ / MSWiA, MŚ, GUS
3/6	Usługi użyteczności publicznej i służby państwowe	Główny Geodeta Kraju / MŚ, MSWiA, MZ, MG
3/7	Urządzenia do monitorowania środowiska	Główny Inspektor Ochrony Środowiska
3/8	Obiekty produkcyjne i przemysłowe	Główny Geodeta Kraju / MŚ
3/9	Obiekty rolnicze oraz akwakultury	ARiMR
3/10	Rozmieszczenie ludności - demografia	GUS
3/11	Gospodarowanie obszarem/strefy ograniczone/regulacyjne oraz jednostki sprawozdawcze	Główny Geodeta Kraju / MŚ, MRR
3/12	Strefy zagrożenia naturalnego	Główny Geodeta Kraju / LP, MŚ
3/13	Warunki atmosferyczne	MŚ
3/14	Warunki meteorologiczno-geograficzne	MŚ
3/15	Warunki oceanograficzno-geograficzne	MGM
3/16	Regiony morskie	MGM
3/17	Regiony biogeograficzne	Główny Konserwator Przyrody / MŚ
3/18	Siedliska i obszary przyrodniczo jednorodne	Główny Konserwator Przyrody / MŚ
3/19	Rozmieszczenie gatunków	Główny Konserwator Przyrody / MŚ
3/20	Zasoby energetyczne	Główny Geolog Kraju / MG
3/21	Zasoby mineralne	Główny Geolog Kraju

nową Dyrektywę, która dotyczy ustanowienia ESDI (**I**nfrastructure for **S**patial **I**nformation in the European Community – INSPIRE). Obecnie w ośrodkach europejskich zajmujących się tą problematyką trwają intensywne prace nad przepisami wykonawczymi i szczegółowymi specyfikacjami technicznymi, które są niezbędne do realizacji tego zamierzenia.

Budowanie infrastruktury geoinformacyjnej, a następnie wypełnianie jej informacją, to długi i kosztowny proces. W przypadku inicjatywy INSPIRE zakłada się, że podstawy będą tworzone przez kilkanaście lat, a roczny koszt w skali Europy ma wynosić w przybliżeniu około 1 miliarda euro. W zdecydowanej większości wydatki te są i tak już ponoszone przez poszczególne kraje, lecz nie w ramach wspólnego programu i w konsekwencji rezultat rozproszonych działań jest bardzo niejednorodny i uniemożliwiający interoperacyjność poszczególnych systemów narodowych. Z szacunkowych danych można wywnioskować, że w Polsce powinno być przeznaczane na ten cel 30 do 50 milionów euro rocznie (z uwzględnieniem wydatków na gromadzenie i opracowy-

wanie geoinformacji, co już obecnie jest robione). Będzie to pokrywane z funduszy krajowych i tylko częściowo z funduszy europejskich.

Europejska inicjatywa INSPIRE jest przedsięwzięciem, którego rolę w zakresie udostępniania geoinformacji o środowisku trudno jest przecenić. Zakres tematyczny udostępnianych w ESDI danych określają trzy załączniki dyrektywy INSPIRE i w skrócie są przedstawione tu w tabeli 1.

Prace nad wprowadzeniem w życie dyrektywy INSPIRE rozpoczęły się w roku 2007, jednak ciągle są jeszcze w fazie wstępnej. Opracowywanie szczegółowych i obszernych przepisów wykonawczych ma być ukończone w maju 2012, czyli za trzy lata. Wynikający z dyrektywy i jej przepisów wykonawczych obowiązek udostępniania w ESDI danych określony jest terminami: dane objęte załącznikiem I – rok 2011, a załącznikami II i III – 2014. Biorąc pod uwagę olbrzymi zakres problemów i niezbędnych prac, są to terminy bardzo krótkie. Jednak w następnych latach zbiory danych ESDI będą rozszerzane i uzupełniane o nowe kategorie.

## KORZYŚCI I OBOWIĄZKI WYNIKAJĄCE Z UDZIAŁU HYDROGEOLOGII W ESDI

Wśród 34 zakresów tematycznych (tab. 1), których dane będą udostępniane, znajdują się także dane z zakresu geologii i hydrologii, a w konsekwencji także dane hydrogeologiczne. Wiele innych danych z tych 34 zakresów jest także potrzebnych w badaniach i pracach hydrogeologicznych. W tej sytuacji udział polskiego środowiska hydrogeologicznego należy rozpatrywać w dwóch komplementarnych aspektach – naszych korzyści z dostępu do danych udostępnianych przez ESDI i naszych obowiązków dostarczenia do infrastruktury wiarygodnych, kompletnych i dobrze zorganizowanych danych z zakresu hydrogeologii. Należy tu zaznaczyć, że dyrektywa INSPIRE nakłada obowiązek udostępniania tylko tych danych, które już są w poszczególnych krajach członkowskich. Nie przewiduje się oddzielnych funduszy Unii Europejskiej na pozyskiwanie danych brakujących lub nowych. Wszelkie prace dotyczące danych hydrogeologicznych będą ukierunkowane i w konsekwencji jednocześ-

nie ograniczone do transformacji danych z ich obecnych formatów, modeli i struktur do modeli i struktur określonych w specyfikacjach INSPIRE, bazujących na modelowaniu obiektowym z wykorzystaniem aplikacji języka GML (*Geography Markup Language*). Z tym jest ściśle powiązana problematyka harmonizacji poszczególnych zbiorów danych ze zbiorami należącymi do innych zakresów tematycznych.

Biorąc pod uwagę znaczne różnice w zakresie formatów, modeli i struktur pomiędzy polskimi danymi hydrogeologicznymi a rozwiązaniami proponowanymi w przepisach wykonawczych, a także brak harmonizacji tych danych z innymi polskimi danymi geoprzestrzennymi i stosunkowo krótkie terminy, potrzebne są pilne prace badawcze z zakresu geomatyki hydrogeologicznej, których celem powinno być opracowanie metod transformacji i harmonizacji naszych danych.

## INFORMACJA HYDROGEOLOGICZNA W ESDI

Dane hydrogeologiczne nie są wymienione *explicite* jako wydzielony temat w załącznikach dyrektywy INSPIRE. Jednak w szczegółowych specyfikacjach z nią związanych występują w pięciu tematach:

1. W zakresie tematycznym hydrografii – jedynie w aspekcie danych związanych WFD (Ramową Dyrektywą Wodną). W opracowanych już schematach aplikacyjnych GML tego tematu, a ściślej w schemacie *Hydrography* i podschemacie *ManagementAndReporting* dotyczącym WFD występuje klasa wyróżnień (*features*) o nazwie *WFDGroundWa-*

*terBody*, będąca klasą pochodną od abstrakcyjnej klasy *WFDWaterBody* i dziedzicząca od niej wszystkie atrybuty (fig. 1). Jest to miejsce zarezerwowane dla przyszłego powiązania do niedopracowanego jeszcze schematu aplikacyjnego dla wód podziemnych w zakresie tematycznym dotyczącym danych geologicznych.

2. W zakresie tematycznym geologii jest najwięcej informacji bezpośrednio dotyczących wód podziemnych. Między innymi należą do nich dane o poziomach wodonośnych i ich parametrach, z podziałem na systemy porowe, szczelinowe

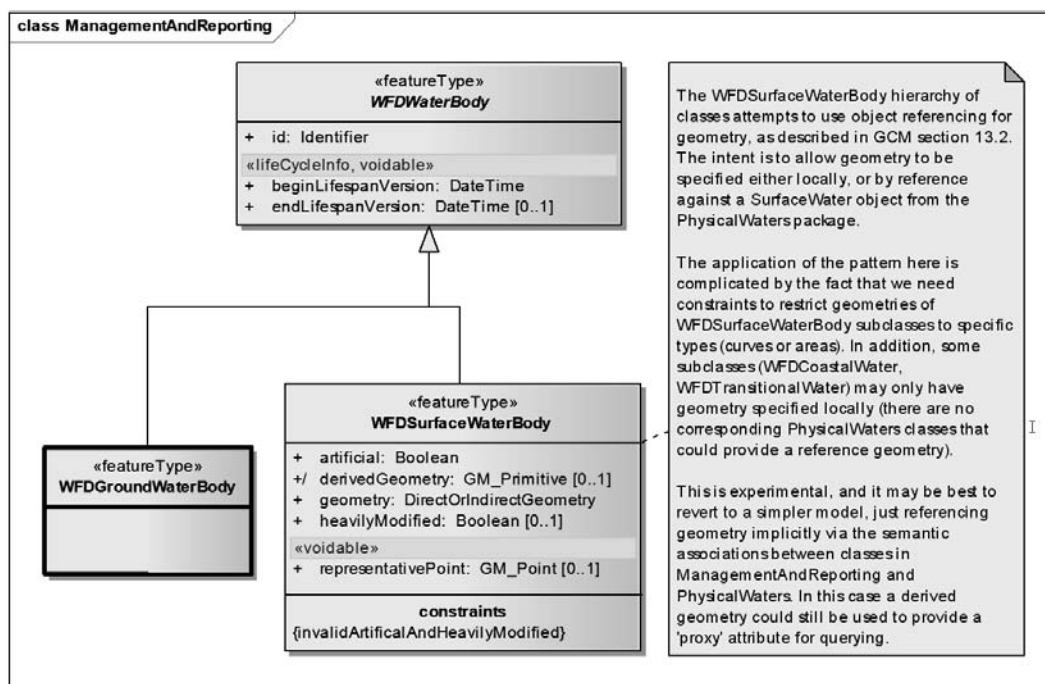


Fig. 1. Fragment diagramu klas w UML dotyczący elementów danych związanych z Ramową Dyrektywą Wodną (WFD). Grubą linią zaznaczona jest klasa wyróżnienia „jednolita część wód podziemnych” (*WFDGroundWaterBody*). Klasa ta ma atrybuty jedynie dziedziczone od abstrakcyjnej klasy *WFDWaterBody* i z tego względu nie jest ona jeszcze kompletnie wyspecyfikowana, co ma miejsce w przypadku klasy *WFDSurfaceWaterBody*

Fragment of class diagram in UML concerning data elements connected with Water Framework Directive (WFD). Class marked by thick line defines groundwater body element (*WFDGroundWaterBody*). This class has attributes inherited from abstract class *WFDWaterBody* only and due to this is not completely specified yet, what occurs in case of *WFDSurfaceWaterBody* class

i szczelinowo-krasowe. Jest tam miejsce także na parametry określające jakość i ilość wód podziemnych. Wymienione są tam także dane dotyczące dynamiki, w tym określające wielkości zasilania i drenażu, natężenia i kierunki przepływu w poszczególnych poziomach wodonośnych. Również znajdują się tam dane dotyczące podatności poziomów wodonośnych na zanieczyszczenia powierzchniowe i informacje o głębokości nieprzepuszczalnego podłoża.

3. W temacie dotyczącym urządzeń do monitorowania środowiska, wśród innych elementów związanych z WFD wymienione są także obiekty obserwacji wód podziemnych. Należą do nich klasy wyróżnień: *GroundwaterLevelStation*, *OperationalGWstation* i *SurveillanceGWstation*.

4. Kolejny temat, w którym występują dane związane z wodami podziemnymi, to zasoby energetyczne, a ściślej zasoby energii geotermalnej. Z powodu przyrodniczej natu-

ry tych zasobów i technicznych uwarunkowań ich pozyskiwania ta problematyka jest ściśle związana z hydrogeologią.

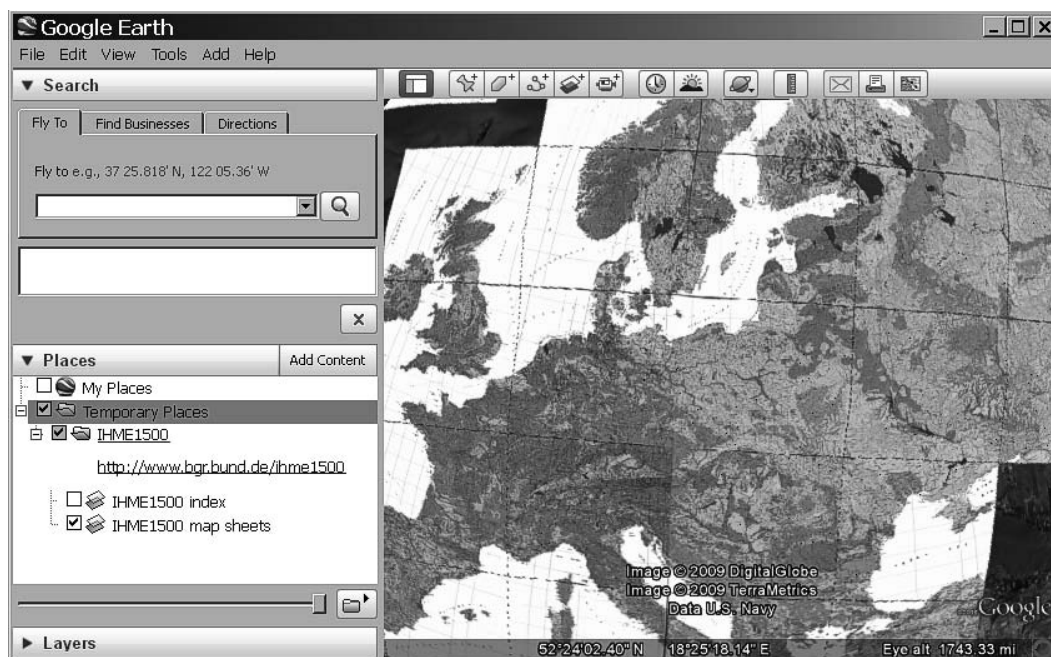
5. Ostatnim tematem, który może być związany z danymi hydrogeologicznymi, to zasoby mineralne. W tym przypadku dotyczyłoby to wód mineralnych. Jednak nie jest to wymienione wprost w dokumentach INSPIRE. Można przypuszczać, że w trakcie dalszych prac nad uszczegółwieniem specyfikacji ta sprawa będzie uwzględniona, jednak pod warunkiem, że europejskie środowisko hydrogeologów zgłosi odpowiednią uwagę zaadresowaną do zespołu opracowującego ten temat.

Z wyjątkiem pierwszego punktu dotyczącego hydrografii, wszystkie pozostałe tematy związane w jakimś stopniu z wodami podziemnymi dopiero oczekują na opracowanie specyfikacji szczegółowych i z tego względu może tam jeszcze nastąpić wiele zmian.

## HYDROLOGICZNY PUNKT WIDZENIA WÓD PODZIEMNYCH

Analiza opracowanych już specyfikacji i innych dokumentów INSPIRE wykazuje, że w przypadku problematyki hydrogeologicznej dominuje hydrologiczny punkt widzenia wód podziemnych. Wy tłumaczeniem tego jest fakt, że w ze-

społach roboczych pracujących nad tymi dokumentami brak jest hydrogeologów doświadczonych w tej problematyce, a prawdopodobnie w ogóle hydrogeolodzy nie biorą w tym udziału. Należy przypuszczać, że jedyną formą uczestnictwa



**Fig. 2.** Jedno z niewielu wspólnych przedsięwzięć hydrogeologicznych w Europie – IHME1500 w wersji cyfrowej, w tym przypadku zapis w języku KML (BGR, 2008)

One from very few common hydrogeological initiatives in Europe – IHME1500 in digital version, in this case in KML language encoding (BGR, 2008)

środowiska hydrogeologicznego jest udział w konsultacjach i zgłaszanie uwag i wniosków w przypadkach, gdy odpowiednio zespoły robocze INSPIRE z taką prośbą wystąpią.

Brak hydrogeologów w tych pracach prowadzi do wielu niebezpieczeństw, a zwłaszcza do powstania takich specyfikacji danych z zakresu hydrogeologii, które będą bardzo trudne do praktycznego zastosowania. Transformacja istniejących już danych z ich obecnej struktury i formy do wymogów określonych w takich specyfikacjach będzie bardzo trudna, a uzyskany rezultat udostępniany w ESDI będzie mało użyteczny w praktycznych zastosowaniach.

Z tego powodu udział hydrogeologów w pracach nad specyfikacjami INSPIRE jest niezbędny i najbardziej odpowiednim sposobem tego uczestnictwa jest formalna struktura organizacyjna reprezentująca hydrogeologów europejskich. Wiele wskazuje jednak, że takiej struktury mogącej podjąć się tego zadania nie ma. IAH (*International Association of Hydrogeologists*) jest organizacją ogólnosiwiatową o strukturze opartej na komitetach narodowych i z tego powodu nie ma tam jednolitego przedstawicielstwa środowiska europejskiego. Organizacją o zasięgu europejskim jest EuroGeo-Surveys (*Association of the Geological Surveys of Europe*), jednak w tym przypadku problematyka hydrogeologiczna jest traktowana raczej marginesowo i brak jest tam formalnego zespołu, który mógłby się zająć tymi zagadnieniami.

Jednym z bardzo nielicznych wspólnych europejskich przedsięwzięć z zakresu geoinformacji hydrogeologicznej jest kończący się w grudniu 2009 projekt IHME1500 (*International Hydrogeological Map of Europe 1:1 500 000*). Jednak bliższe zapoznanie się z założeniami, koncepcją metodyczną i wynikami tego projektu nie pozwala patrzeć optymistycznie na przyszły efektywny udział europejskich hydrogeologów w pracach nad specyfikacjami INSPIRE. Wyjaśnieniem tej sytuacji jest fakt, że projekt ten rozpoczął się w styczniu 1960, czyli czas jego realizacji wynosi 50 lat! (BGR, 2008). Ponadto podstawowa jego koncepcja powstała przed jego rozpoczęciem, czyli na podstawie stanu wiedzy z lat pięćdziesiątych (!). Obecnie dostępne wyniki tego projektu w formie elektronicznej (Hollis i in., 2002) świadczą o pewnych modyfikacjach w zakresie technologicznym, jednak w porównaniu z technologiami proponowanymi w ESDI są to raczej zabytki muzealne. Zapis cyfrowy tej mapy w języku KML (*Keyhole Markup Language*) zawiera jedynie niskiej jakości obrazy powstałe przez skanowanie dawnych map papierowych (fig. 2.). Istnieje także wektorowa wersja tej mapy w formacie ArcView 3.2 (JRC, 2009), prawdopodobnie jest to format ESRI Shape, jednak należy przypuszczać, że struktura danych jest całkowicie niezgodna z zapisami w języku GML (*Geography Markup Language*), przyjętym jako podstawa kodowania danych w ESDI.

## PODSUMOWANIE

Oceniając obecny stan przygotowań w zakresie prac związanych z udostępnianiem danych hydrogeologicznych w ESDI, co wynika z wymagań określonych w dyrektywie INSPIRE, potrzebne są pilne prace studialne i eksperymentalne nad metodami transformacji tych danych z obecnej ich postaci do schematów opartych na przyjętych tam technologiach. Prace te powinny także objąć problematykę harmonizacji danych zawartych w poszczególnych podgrupach tematycznych należących do zakresu hydrogeologii.

Jeżeli jednak nie ma dla realizacji tego zadania odpowiedniej struktury europejskiej, to polskie środowisko hydrogeologów powinno podjąć te prace w zakresie polskich danych samodzielnie lub w ramach współpracy z wybranymi partnerami spośród krajów członkowskich Unii Europejskiej. Najpilniejszym zadaniem jest opracowanie schematów aplikacyjnych GML dla danych hydrogeologicznych (Michalak, 2005), opierając się na rozwiązaniach przyjętych w języku GeoSciML (*Geoscience Markup Language*). Prace nad takim językiem zostały już rozpoczęte przez środowiska hydrogeologów kanadyjskich we współpracy z USGS.

drogeologów powinno podjąć te prace w zakresie polskich danych samodzielnie lub w ramach współpracy z wybranymi partnerami spośród krajów członkowskich Unii Europejskiej. Najpilniejszym zadaniem jest opracowanie schematów aplikacyjnych GML dla danych hydrogeologicznych (Michalak, 2005), opierając się na rozwiązaniach przyjętych w języku GeoSciML (*Geoscience Markup Language*). Prace nad takim językiem zostały już rozpoczęte przez środowiska hydrogeologów kanadyjskich we współpracy z USGS.

## LITERATURA

- BGR (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe), 2008 – IHME 1500 – International Hydrogeological Map of Europe 1 : 1 500 000. URL: [http://www.bgr.bund.de/nn\\_336918/EN/Themen/Wasser/Projekte/Berat\\_Info/Ihme1500/ihme1500\\_projektbeschr\\_en.html](http://www.bgr.bund.de/nn_336918/EN/Themen/Wasser/Projekte/Berat_Info/Ihme1500/ihme1500_projektbeschr_en.html)
- GAŹDZICKI J., 2007 – Problematyka transpozycji dyrektywy INSPIRE do prawa polskiego. *Prz. Geod.*, **5**: 14–18. URL: [http://www.gugik.gov.pl/gugik/dw\\_files/742\\_transpozycja\\_dyrektywy.pdf](http://www.gugik.gov.pl/gugik/dw_files/742_transpozycja_dyrektywy.pdf)
- HOLLIS J.M., HOLMANI P., BURTON R.G.O., WILLERS C.M., PAVELLEY D., 2002 – A Digital Dataset of European Groundwater Resources at 1:500,000. (v. 1.0). URL: [http://eussoils.jrc.ec.europa.eu/ESDB\\_Archive/groundwater/docs/EUGWFR.pdf](http://eussoils.jrc.ec.europa.eu/ESDB_Archive/groundwater/docs/EUGWFR.pdf)
- JRC (European Commission, DG Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability), 2009 – Digital Dataset of European Groundwater Resources – version 1.0 (Overview). URL: [http://eussoils.jrc.ec.europa.eu/ESDB\\_Archive/groundwater/gw.html](http://eussoils.jrc.ec.europa.eu/ESDB_Archive/groundwater/gw.html)
- MICHALAK J., 2003 – INSPIRE – inicjatywa Unii Europejskiej w zakresie infrastruktury geoinformacyjnej. *Prz. Geol.*, **51**, 5: 357–359.
- MICHALAK J., 2005 – HGLML – HydroGeoLogical Markup Language – znacznikowy język wymiany geoinformacji hydrogeologicznej. *W: Współczesne problemy hydrogeologii*, t. 12: 499–504. UMK, Toruń.
- PARLAMENT EUROPEJSKI, 2007 – Dyrektywa 2007/2/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 14 marca 2007 r. ustanawiająca infrastrukturę informacji przestrzennej we Wspólnocie Europejskiej (INSPIRE). URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:PL:PDF>

## SUMMARY

Estimating the present state of preparations in the range of works relevant to making accessible hydrogeological data in ESDI, what results from requirements defined in INSPIRE Directive, urgent research and experimental works are necessary over methods of transformation of these data from present their forms to schemas based on accepted there technologies. These works should also comprise the problems of data harmonization contained in respective thematic subgroups belonging to the field of hydrogeology and specified in annexes of the INSPIRE Directive and also in other official documents relevant to this Directive.

If however there is not suitable European organizational structure for the realization of this task, then the Polish com-

munity of hydrogeologists should independently undertake these works in the field of the Polish data or within the cooperation with chosen partners from among the member states of European Union. The development of application schemas of GML for hydrogeological data is the most urgent task. It can be done on the base of solutions developed in the GeoSciML (*Geoscience Markup Language*) project. Works over such language for hydrogeology were already begun by the community of Canadian hydrogeologists in the cooperation with USGS.