

**PROPOZYCJA ALGORYTMÓW INTEGRACJI
RÓŻNYCH DANYCH PRZESTRZENNYCH
W SYSTEMIE MOBILNEJ NAWIGACJI ŚRÓDLĄDOWEJ**

**THE PROPOSAL FOR ALGORITHMS
TO INTEGRATE VARIOUS SPATIAL DATA
IN MOBILE INLAND NAVIGATION SYSTEM**

Marta Włodarczyk-Sielicka¹, Witold Kazimierski², Maciej Marek²

¹ Akademia Morska w Szczecinie, Wydział Nawigacyjny, Instytut Geoinformatyki

² Marine Technology Sp. z o.o.

Słowa kluczowe: model danych przestrzennych, nawigacja śródlądowa, integracja danych przestrzennych, IENC

Keywords: model of spatial data, mobile navigation, spatial data integration, IENC

Wstęp

Opracowanie systemu mobilnej nawigacji śródlądowej stanowi główny cel projektu badawczego „Mobilna Nawigacja Śródlądowa”, finansowanego przez NCBiR w ramach programu LIDER. System, na wzór systemów nawigacji samochodowej, ma w sposób kompleksowy dostarczyć potrzebnych informacji o obszarach śródlądowych użytkownikowi końcowemu, którym jest turysta uprawiający żeglugę rekreacyjną. Jako główny cel naukowy postawiono sobie opracowanie metod przetwarzania danych przestrzennych dla potrzeb mobilnej prezentacji kartograficznej i efektywnej nawigacji na drogach śródlądowych. Celem praktycznym jest opracowanie systemu MOBINA, który ma być rozwinięciem koncepcji nawigacji samochodowej na obszar żeglugi śródlądowej. Docelowo system będzie składać się z aplikacji zainstalowanej na urządzeniu mobilnym (dalej nazywanej aplikacją mobilną) i stacjonarnego serwera. Dodatkowym źródłem danych dynamicznych mogą być sensory w urządzeniu mobilnym lub też zewnętrzne sensory statkowe, na przykład odbiorniki GNSS (ang. *Global Navigation Satellite System*) lub transponder lub odbiornik AIS (ang. *Automatic Identification System*). Zakłada się, że w MOBINA możliwe będzie także wykorzystanie informacji pochodzących od usługodawców zewnętrznych, takich jak na przykład RIS (ang. *River Information System*) lub dostawcy serwisów typu WMS (ang. *Web Map Service*). Osiągnięcie pełnej funkcjonalności systemu będzie wymagało dostępu do sieci internetowej

bezpośrednio z urzędzenia (zwykle za pomocą sieci telefonii komórkowej), niemniej jednak podstawowe funkcje będą dostępne także w trybie *off-line*.

Z punktu widzenia użytkownika końcowego opisywany system może być utożsamiany z aplikacją na urządzeniu mobilnym, w rzeczywistości jego zakres jest jednak dużo szerszy, a jego budowa wymaga rozwiązania wielu problemów związanych z przetwarzaniem danych przestrzennych. Jednym z istotniejszych problemów, jest kwestia dostępu do niezbędnych danych. W przypadku żeglugi śródlądowej, najlepszym źródłem danych nawigacyjnych jest standaryzowana elektroniczna mapa nawigacyjna IENC (ang. *Inland Electronic Navigational Chart*), która niestety w Polsce dostępna jest na bardzo ograniczonym obszarze – jedynie na około 100 km dolnego odcinka rzeki Odry. W celu zapewnienia funkcjonalności systemu na innych obszarach, konieczne jest wykorzystanie także innych źródeł danych, a co za tym idzie integracja danych. W rezultacie zdecydowano się na opracowanie nowego modelu danych przestrzennych o nazwie MODEF (ang. *MObinav Data Exchange Format*), który będzie wykorzystywany w budowanym systemie. W założeniach ma on czerpać z dostępnych źródeł dane potrzebne do realizacji funkcji założonych w systemie.

W artykule przedstawiono opis wybranych aspektów implementacji zintegrowanego modelu danych w systemie, począwszy od przedstawienia źródeł danych, koncepcji ich integracji oraz praktycznych aspektów implementacyjnych, w postaci schematów pozyskiwania danych oraz fizycznej implementacji opracowanego modelu w środowisku PostgreSQL/PostGIS.

Dane w systemie mobilnej nawigacji śródlądowej

Podstawę każdego systemu geoinformatycznego stanowią dane przestrzenne. Od ich jakości, dokładności i aktualności bardzo często zależy funkcjonalność całego systemu. W przypadku budowanego systemu mobilnej nawigacji śródlądowej wykorzystane zostaną dane z różnych źródeł o niejednakowej dokładności. Ideą przyświecającą pracom nad projektem jest, aby dane przestrzenne pozyskiwane były ze źródeł powszechnie dostępnych, co umożliwi w przyszłości stosunkowo łatwą aktualizację danych zgromadzonych w systemie oraz zapewni konkurencyjną cenę produktu końcowego. Z tego powodu, zdecydowano się wykorzystać jako dane źródłowe: śródlądową elektroniczną mapę nawigacyjną (IENC), topograficzną bazę danych BDOT10k, bazę mapy Vmap poziomu drugiego oraz powszechnie dostępne dane zgromadzone w ramach projektu Open Street Map.

Dane udostępniane w każdym z tych modeli podlegają innym wytycznym czy standardom. Mapy IENC spełniają wymagania standardów opracowanych przez Międzynarodową Organizację Hydrograficzną IHO (ang. *International Hydrographic Organization*) oraz grupę harmonizującą IENC (IHO, 2000; IEGH, 2011). Podstawy prawne, organizacyjne oraz standardy techniczne gromadzenia, przechowywania i udostępniania bazy BDOT określa rozporządzenie MSWiA z dnia 17 listopada 2011 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych (Rozporządzenie, 2011). Mapa VMap została opracowana przez Służbę Topograficzną Wojska Polskiego, a w późniejszym okresie przy współudziale GUGiK (Główny Urząd Geodezji i Kartografii), a jej dane dystrybuowane są w formacie VPF (ang. *Vector Product Format*) (Gotlib i in., 2006). Open Street Map (OSM) z kolei jest projektem społeczności internetowej, mającym na celu stworzenie darmowej, ogólnodostępnej mapy całego świata, która modyfikowana jest przez użytkowników (Drop, 2013).

Poszczególne komórki mapy, rozumiane jako ograniczone przestrzennie zestawy danych numerycznych, w systemie nawigacji mobilnej będą przygotowywane na serwerze, a następnie udostępniane użytkownikom końcowym na ich urządzeniach mobilnych. W celu integracji danych źródłowych dla potrzeb systemu MOBINAV, zdecydowano się na opracowanie własnego modelu wymiany danych MODEF oraz jego specyfikację w postaci schematu aplikacyjnego XML (ang. *eXtensible Markup Language*). Zakłada się, że dane w opracowanym formacie będą generowane z danych wejściowych, w sposób możliwie zautomatyzowany. Warto dodać, że uzupełnieniem wektorowego modelu danych MODEF mają być dane rastrowe, zapisywane lokalnie na urządzeniu użytkownika (np. ortofotomapa) lub też dane pozyskiwane na bieżąco, za pomocą dostępnych usług WMS. Mają one jednak stanowić jedynie tło dla prezentacji danych wektorowych, które są w projekcie najistotniejsze.

Koncepcja integracji danych w systemie

Różnorodność zastosowanych w systemie źródeł danych, spowodowała konieczność opracowania jasnych reguł ich importu oraz integracji. Zamiast kopiować wszystkie dane z baz źródłowych, zdecydowano się na wykorzystanie tylko wybranych obiektów potrzebnych w budowanym systemie. Pozwoliło to uniknąć niepotrzebnej redundancji danych w systemie. Zdefiniowano własny koncepcyjny model danych, opisujący poszczególne klasy obiektów, atrybuty oraz zależności pomiędzy nimi. Pod względem technologicznym założono, że dane będą przechowywane w formacie opartym na XML, a dla modelu opracowano schemat implementacyjny XML, stanowiący swego rodzaju matrycę, do której kopiowane są dane z poszczególnych źródeł. Następnie, sformułowane zostały reguły przestrzenne i atrybutowe definiujące, które obiekty z poszczególnych klas i w jaki sposób mają być importowane. W kolejnym kroku przeprowadzono odpowiednie mapowanie atrybutów, a finalnie także walidację uzyskanych danych. Można zatem powiedzieć, iż proces generowania danych zgodnych z modelem MODEF obejmuje cztery etapy:

- import danych źródłowych do bazy PostgreSQL/PostGIS,
- przetwarzanie i walidację danych,
- mapowanie atrybutów klas źródłowych do klas MODEF,
- eksport finalnych danych do formatu XML.

W dalszej części artykułu przedstawiono poszczególne etapy, począwszy od opisu nowego modelu danych, poprzez opis metodyki pozyskiwania danych, aż do fizycznej implementacji modelu danych.

Model danych przestrzennych MODEF

Integracja danych przestrzennych z różnych źródeł wymaga szczegółowej specyfikacji docelowego modelu danych. Pozwoli to na opracowanie precyzyjnych algorytmów importu, a w rezultacie import ze źródłowych baz danych tylko tych obiektów, które są w rzeczywistości wymagane. Na potrzeby systemu mobilnej nawigacji śródlądowej opracowany został nowy model danych MODEF. Użytkownikiem końcowym budowanego systemu ma być osoba rekreacyjnie uprawiająca żeglugę na wodach śródlądowych, więc w modelu uwzględniono klasy, które mają ścisły związek z turystyką żeglugową. Model danych MODEF składa

się z dwudziestu siedmiu klas o wybranej geometrii (punkt, linia oraz obszar). Klasą dodatkową jest ogólna klasa abstrakcyjna, zwana klasą MOBINA, z której wszystkie pozostałe klasy dziedziczą następujące atrybuty:

- OBJ_ID – unikalne ID obiektu,
- OBJGEO – opis geometrii,
- OBJNAM – nazwa obiektu,
- SOURCE – źródło danych (1: ENC, 2: BDOT, 3: OSM, 4: V_map, 5: POI, 6: inne),
- SCAMIN – skala minimalna,
- SCAMAX – skala maksymalna,
- CODE_1 – zawiera link do symbolu,
- CODE_2 – zawiera link do symbolu (dla innej skali),
- CODE_3 – zawiera link do symbolu (dla innej skali).

Poszczególne klasy obiektów w proponowanym modelu, odpowiadają warstwom informacyjnym w docelowym produkcie kartograficznym, który będzie służył do prezentacji danych na ekranie urządzenia mobilnego. Mając na uwadze wymagania docelowych użytkowników, w modelu oprócz klasy MOBINA, uwzględniono nieabstrakcyjne klasy obiektów przedstawione w tabeli. Każda klasa obiektów posiada swój sześcioliterowy akronim oraz określone atrybuty, które także zdefiniowane są za pomocą akronimów. Finalną postacią modelu MODEF jest schemat XML.

Metodyka pozyskiwania danych

W celu implementacji zintegrowanego modelu danych przestrzennych MODEF, oprócz dokładnej specyfikacji, należy także określić reguły importu obiektów z danych źródłowych. Biorąc pod uwagę problemy związane z niespójnością danych oraz ich zróżnicowanie jakościowe, w trakcie importu przyjęto hierarchię wczytywania danych z poszczególnych źródeł. Po przeanalizowaniu dostępności geodanych źródłowych, ich dokładności oraz zawartości, ustalono następującą kolejność importowania: 1: IENC, 2: BDOT, 3: Vmap, 4: OSM, 5: POI. Szczegółowe reguły, które określają proces importu danych do poszczególnych klas zostały zdefiniowane w postaci schematów. Do opracowania schematów zaproponowano własną notację prezentacji, pozwalającą na przedstawienie na jednym schemacie reguł importu danych do konkretnej klasy z różnych źródeł. Starano się przede wszystkim uzyskać czytelność oraz możliwie niewielki rozmiar diagramów (przyjęto założenie 1 schemat w formacie A4 dla każdej kasy), rezygnując ze zgodności ze znanymi notacjami. W przypadku, gdy te same obiekty mogą być reprezentowane w modelu MODEF z różnymi rodzajami geometrii utworzono dla nich osobne klasy i przygotowane zostały dla nich osobne schematy pozyskiwania.

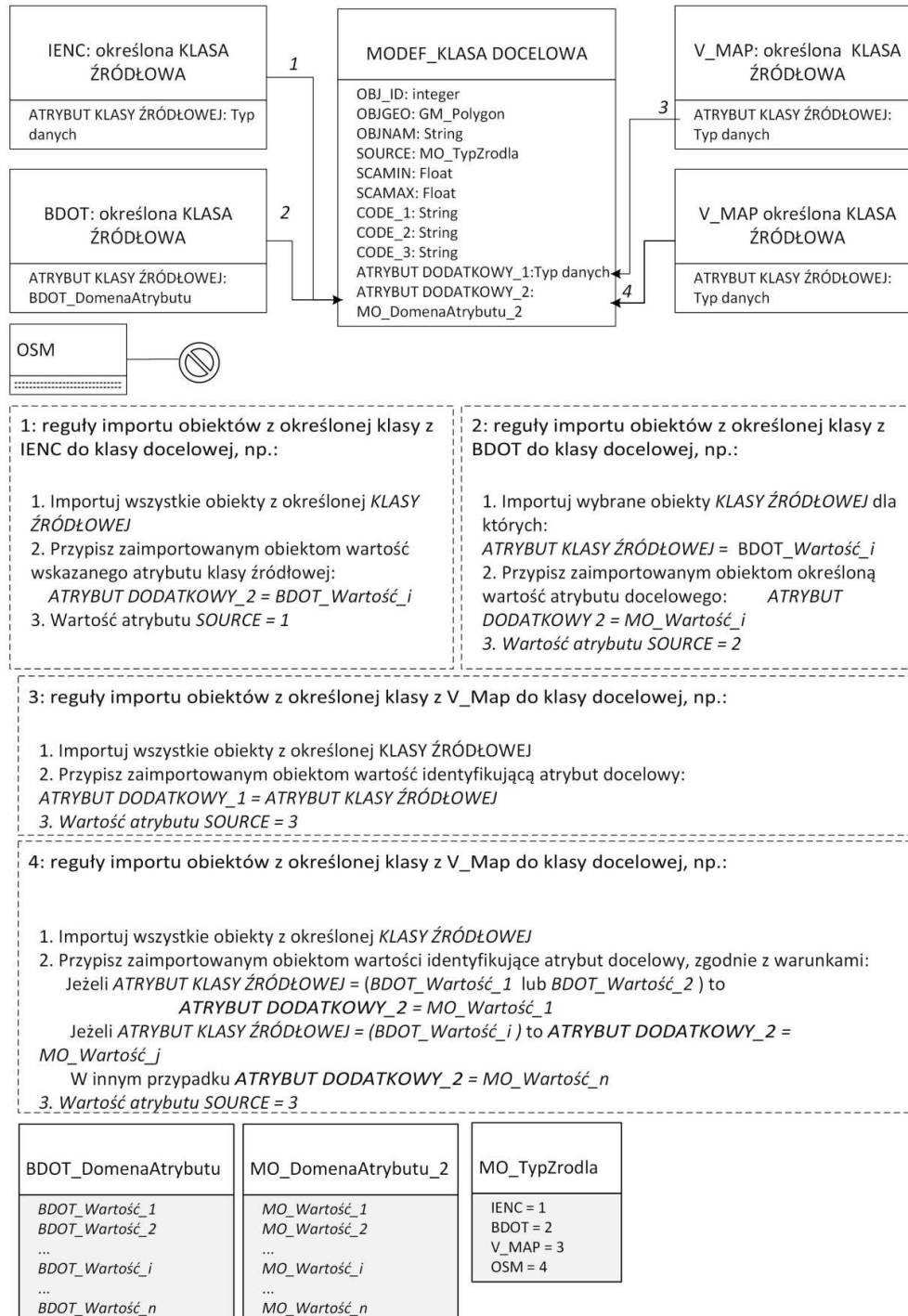
Schemat ogólny

Schemat ogólny (rys. 1) przedstawia typowe przypadki importu danych z poszczególnych źródeł do modelu MODEF, a jednocześnie stanowi przykład poszczególnych elementów proponowanej notacji opisu zagadnienia. Podstawowe elementy prezentacji to: ramka centralna przedstawiająca omawianą klasę, ramki prezentujące wybrane elementy z poszczególnych źródeł oraz połączenia pomiędzy tymi elementami. Należy dodać, że połączenia te

Tabela. Klasy nieabstrakcyjne modelu MODEF (opracowanie własne)

Nazwa klasy	Typ geometrii	Atrybuty
Łąd	poligon	
Woda	poligon, linia	kategoria, status eksploatacji, strefa ciszy (boolean)
Obszar głębokości	poligon	głębokość minimalna, głębokość maksymalna
Punkt głębokości	punkt	wartość głębokości
Roślinność	poligon	kategoria roślinności
Obszar zabudowany	poligon	kategoria obszaru zabudowanego
Budynek	poligon	typ budynku
Obszar administracyjny	poligon	
Tunel	linia	
Kolej	linia	
Droga	linia	kategoria drogi
Obiekt istotny dla nawigacji	punkt, poligon	funkcja, wysokość
Most	linia, poligon	kategoria, prześwit
Przewód napowietrzny	linia	kategoria, prześwit nad poziomem wody
Nabrzeże	linia	kategoria nabrzeża
Urządzenie cumownicze	punkt, poligon	kategoria urządzenia cumowniczego
Budowla hydrotechniczna	punkt, poligon	kategoria budowli hydrotechnicznej
Wodowskaz	punkt	poziom wody, czas pomiaru
Przeszkoda nawigacyjna	poligon, punkt	kategoria, dostępna głębokość
Hektometraż	punkt	wartość hektometrażu
Trasa promu	linia	
Obszar nawigacyjny	poligon	kategoria obszaru nawigacyjnego
Obszar przystani	poligon	kategoria przystani
Oznakowanie nawigacyjne	punkt	kategoria oznakowania, kolor
Znaki informacyjne	punkt	kategoria znaku
Wykorzystanie powierzchni	poligon	kategoria wykorzystania powierzchni
POI	punkt	kategoria, opis

nie stanowią zależności pomiędzy klasami w rozumieniu diagramu klas UML, a mają przede wszystkim pokazać kierunek importu oraz wprowadzić identyfikację numeryczną połączenia. Dodatkowo, w trosce o czytelność reguł importu przedstawionych w ramkach, na rysunku 1, pod schematem ogólnym, przedstawiono domeny wybranych atrybutów. Domeny te w dalszych diagramach nie są uwzględnione, ponieważ jako takie stanowią element koncepcyjnego modelu danych (nieujętego w treści niniejszego artykułu ze względu na ograniczenia redakcyjne).



Rysunek 1. Ogólny schemat pozyskiwania danych do klas MODEF w proponowanej notacji własnej (opracowanie własne)

Ramka centralna reprezentuje zatem klasę modelu MODEF (tutaj określoną jako „klasa docelowa”) wraz z jej akronimem oraz przedstawia wszystkie atrybuty dla tej klasy (dziedziczone z klasy abstrakcyjnej i dodatkowe) wraz z ich typami. Żeby zobrazować możliwości, atrybutowi *ATRYBUT_DODATKOWY_1* przypisano *Typ danych* reprezentujący w ogólności rodzaj danych, zaś dla atrybutu *ATRYBUT_DODATKOWY_2*, zdefiniowano jego domenę w postaci dostępnych wartości przedstawionych na schemacie. Klasy źródłowe przedstawiono również za pomocą ramek wokół klasy docelowej, definiując także atrybuty istotne z punktu widzenia importu, a w wybranych przypadkach także ich domenę. Schematycznie klasy źródłowe połączone z klasą docelową, wskazując odpowiednie atrybuty potrzebne do importu. Do poszczególnych połączeń między danymi źródłowymi a ramką centralną został przypisany numer ramki, w której określono dokładne reguły importu (ramki obramowane linią przerywaną). Należy zauważyć, że z jednego źródła można pozyskać informacje o różnych klasach obiektów. Na schemacie uwzględniono także źródła danych, które nie są wykorzystywane w trakcie danego procesu (nie posiadają one wtedy połączenia z ramką klasy docelowej). Przyjęto również, że z jednej klasy obiektów reprezentującej dane w źródłowej bazie danych, można pozyskać do tworzonej bazy danych kilka wybranych atrybutów.

Na rysunku 1 przedstawiono cztery typowe przypadki importu danych:

- import wszystkich obiektów z klasy źródłowej i przypisanie im jednej wartości atrybutu z domeny atrybutu klasy docelowej (ramka 1),
- import wybranych obiektów z klasy źródłowej i przypisanie im jednej wartości atrybutu (ramka 2),
- import wszystkich obiektów z klasy źródłowej i przypisanie im wartości atrybutu z klasy źródłowej (ramka 3),
- import wszystkich obiektów z klasy źródłowej i przypisanie im różnych wartości atrybutu z klasy docelowej (ramka 4).

Ramka 1 przedstawia, jako przykład, reguły importu danych z IENC do klasy docelowej. Importowane są wszystkie obiekty z klasy źródłowej do jednej klasy docelowej, w ramach której zostaje im nadana jedna wartość atrybutu. W przypadku reguły zawartej w ramce 2, importowane są tylko wyselekcjonowane obiekty z klasy źródłowej BDOT, spełniające postawiony warunek i przypisywana jest im jedna wartość atrybutu. Ramka 3 przedstawia regułę importu wszystkich obiektów z klasy źródłowej, jaką w tym przypadku jest VMap, do klasy docelowej i przypisanie jako atrybuty wartości atrybutu źródłowego. W ramce 4 przedstawiono reguły importu danych źródłowych posiadających określoną wartość atrybutu do klasy docelowej, jednak w tym przypadku uwzględniono szczegółowe reguły nadania wartości atrybutów identyfikujących klasę docelową.

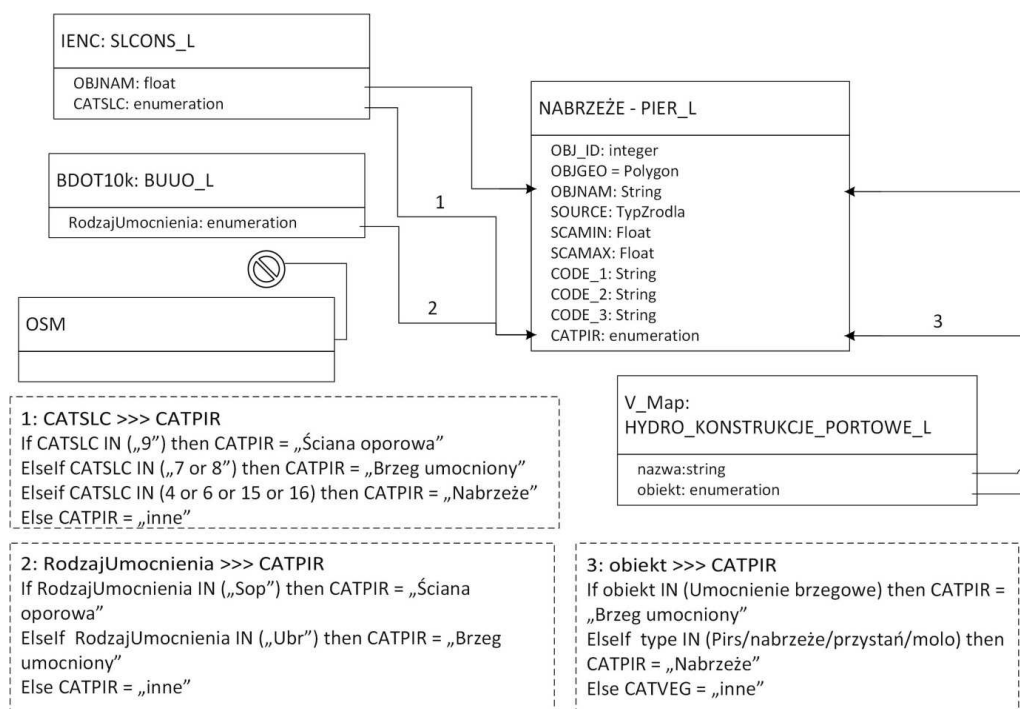
Przykłady schematów dla wybranych klas modelu MODEF

Dla każdej klasy modelu MODEF opracowano schematy analogiczne do przedstawionego na rysunku 1.

Klasa nabrzeże. Schemat pozyskiwania danych dla klasy o akronimie PIER_L (przechowującej informacje o nabrzeżach) przedstawiono na rysunku 2. Żeby w przykładzie uprościć zapis, warunki logiczne ze schematu ogólnego zastąpiono schematami zapytań SQL.

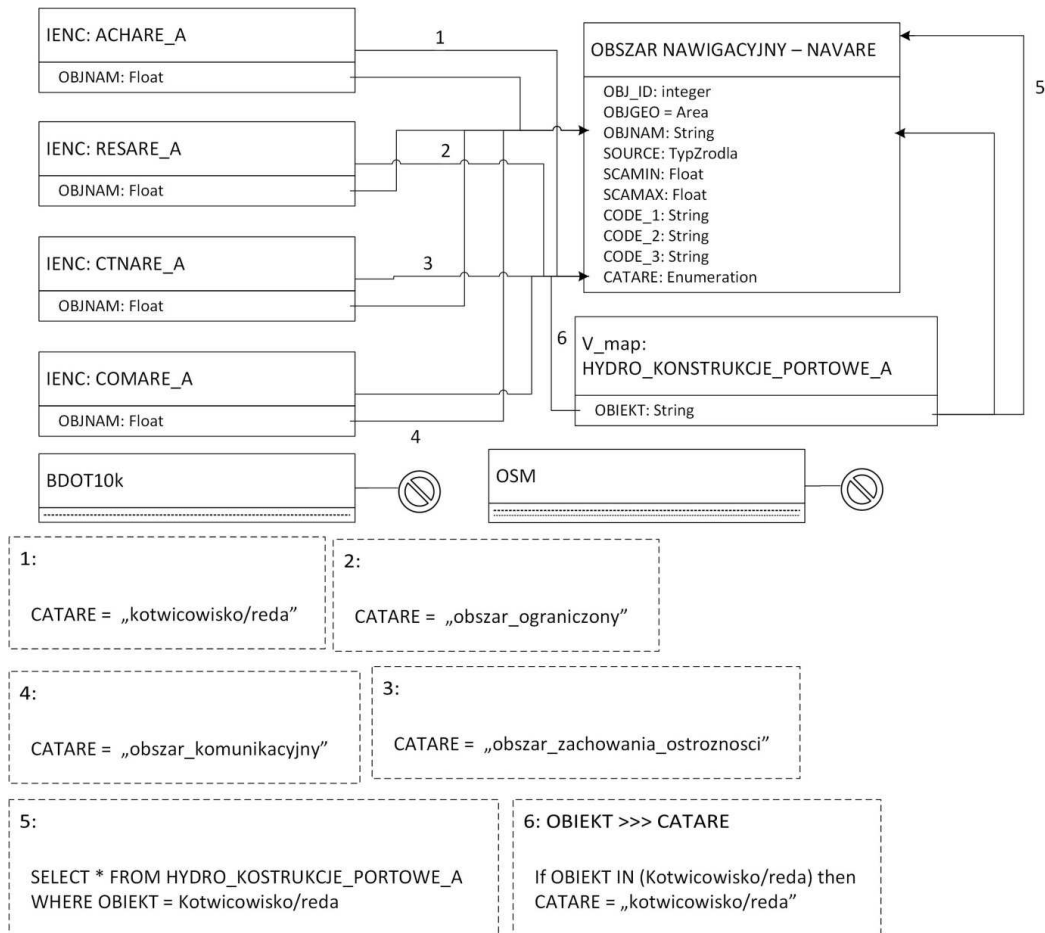
Klasa reprezentująca nabrzeża, oprócz atrybutów dziedziczonych z klasy abstrakcyjnej MOBINAV, posiada dodatkowo atrybut o akronimie CATPIR przechowujący informację o kategorii nabrzeża. Może on przyjmować jedna z wartości – „nabrzeże”, „ściana oporowa”, „brzeg umocniony” lub „inne”. Dane źródłowe w tym przypadku są importowane

z baz: IENC, BDOT10k oraz Vmap. W zasobach OSM nie uwzględniono danych dotyczących nabrzeży. W pierwszej kolejności zaimportowane zostają obiekty z klasy SLCONS_L z mapy IENC. Wartość atrybutu OBJNAM klasy źródłowej zostaje docelowo przeniesiona do atrybutu o akronimie OBJNAM klasy docelowej. Natomiast wartości atrybutu o akronimie CATSLC zostają odpowiednio przypisane do wartości atrybutu CATPIR. Zostało to szczegółowo przedstawione na rysunku 2 w ramce 1. W drugiej kolejności uwzględnione zostają obiekty z klasy BUUO_L zawarte w bazie BDOT10k. Wartości atrybutu „RodzajUmocnienia” zostają przypisane do atrybutu o akronimie CATPIR zgodnie z regułami przedstawionymi w ramce 2. Ostatnimi obiektami, które zostają zaimportowane do klasy docelowej są obiekty z klasy HYDRO_KONSTRUKCJE_PORTOWE_L zawarte na mapie Vmap. Wartość atrybutu źródłowego „nazwa” zostaje przypisana do atrybutu o akronimie OBJNAM. Natomiast określone wartości atrybutu „obiekt” zostają odpowiednio przypisane do wartości atrybutu CATPIR, co zostało szczegółowo przedstawione na rysunku 2 w ramce 3.



Rysunek 2. Schemat pozyskiwania danych dla klasy liniowej: nabrzeże (opracowanie własne)

Klasa obszar nawigacyjny. Kolejny przykład schematu pozyskiwania danych przedstawiono na rysunku 3. Schemat obejmuje reguły importu danych źródłowych do klasy obszaru nawigacyjnego, dla którego przyjęto akronim NAVARE. Atrybutem dodatkowym, który identyfikuje kategorie obszaru jest atrybut o akronimie CATARE. Obiekty zostaną zaimportowane z mapy IENC oraz mapy Vmap. Bazy BDOT10k oraz OSM nie są wykorzystywane w przypadku importu do tej klasy. Obiekty źródłowe z mapy IENC zostaną zaimportowane z jej kilku klas (ACHARE, RESARE, CNTARE, COMARE) i odpowiednio przypisane do atrybutu



Rysunek 3. Schemat pozyskiwania danych dla obszaru nawigacyjnego (opracowanie własne)

docelowego o akronimie CATARE. Zostało to szczegółowo przedstawione na rysunku 1 w ramach od 1 do 4. Dodatkowo z mapy IENC zaimportowane zostaną atrybuty związane z nazwą poszczególnych obiektów i przypisane do atrybutu o akronimie OBJNAM. Z klasy HYDRO_KONSTRUKCJE_PORTOWE_A (Vmap) zostaną wyselekcjonowane jedynie obiekty, dla których wartość atrybutu OBJEKT wynosi „kotwiczowisko/reda”. Obiekty te zostaną przypisane do określonej wartości atrybutu o akronimie CATARE oraz jednocześnie zostanie wypełniony atrybut określający nazwę obiektu docelowego – OBJNAM.

Podsumowując można stwierdzić, że opracowane schematy pozyskiwania danych zawierają reguły przestrzenne oraz atrybutowe definiujące, które obiekty z poszczególnych klas danych źródłowych będą importowane do klasy docelowej oraz jednocześnie obrazują mapowanie poszczególnych atrybutów identyfikujących tą klasę.

Implementacja modelu danych

Model danych MODEF wykorzystywany przez aplikację MOBINA w bazuje na standardzie GML, który z kolei oparty jest na XML, czyli na jednym z najpowszechniej stosowanych standardów wymiany danych między systemami komputerowymi. Główną zaletą języka XML jest jego niezależność od platformy systemowej oraz możliwość personalizacji pod kątem wybranego systemu, co ułatwia implementację, zwłaszcza w strukturach typu klient-serwer (Abiteboul i in., 2011). Język GML z kolei jest rozszerzeniem XML, opracowanym pod kątem przenoszenia oraz przechowywania informacji odniesionej przestrzennie (OGC, 2007).

Generowanie danych zgodnych z opracowanym modelem MODEF realizowane jest przez serwer, którego centralnym elementem jest system baz danych PostgreSQL/PostGIS. Większość operacji wykonuje serwer www, który przy użyciu skryptów PHP (PHP Hypertext Preprocessor) łączy się z bazą danych i pobiera rekordy z tabel źródłowych. Następnie wybiera rekordy spełniające zadane kryteria i dokonuje mapowania ich atrybutów oraz ponownie umieszcza w bazie danych nowych tabelę zawierającą wyselekcjonowaną już informację przestrzenną i atrybutową. W ostatnim etapie zawartość utworzonych w ten sposób tabel jest eksportowana do formatu GML za pomocą aplikacji ogr2ogr, która pozwala na konwersję między różnymi formatami danych.

W pierwszym etapie do bazy PostgreSQL zapisywane są dane z tabel źródłowych. Importowane są wszystkie atrybuty źródłowe, a dodatkowo dodawane są dwa atrybuty: *'gid'* – unikalne id obiektu w danej tabeli oraz *'geom'* – zakodowana do postaci binarnej geometria. W osobnych tabelach przechowywana jest ponadto informacja na temat układu odniesienia, zgodnie z kodami EPSG oraz typ geometrii obiektów. Konieczne operacje, jak na przykład mapowanie atrybutów, na danych zawartych w bazie danych przeprowadzane są przy użyciu języka SQL (ang. *Structured Query Language*). W trakcie generowania danych zgodnie z modelem MODEF wykorzystywane są skrypty PHP, które po połączeniu z bazą danych wykonują określone zapytania SQL. Ogólnie, procedura mapowania atrybutów obejmuje następujące etapy:

- utworzenie w bazie danych pustej tabeli, o określonej modelem MODEF strukturze,
- przeszukiwanie tabel źródłowych i wybór obiektów spełniających zadane kryteria (zgodnie ze schematami pozyskiwania danych),
- kopiowanie i ewentualna zmiana wartości atrybutów zgodnie z przyjętymi schematami,
- uzupełnienie pustej tabeli danymi pozyskanymi w wyniku selekcji i przetwarzania.

Na rysunku 4 zaprezentowano fragment kodu źródłowego skryptu PHP, którego zada-

```
for ($i=0;$i<$pg_num_rows;$i++) {
    $row = pg_fetch_array($result,$i);

    $objnam_r = $row[0];
    if($objnam_r == '') {
        $objnam = " ";
    }
    else{
        $objnam = $objnam_r;
    }

    $catwat_r = $row[1];
    if($catwat_r == "canal") {
        $catwat = "kanał";
    }
    elseif($catwat_r == "river") {
        $catwat = "rzeka";
    }
    elseif($catwat_r == "stream") {
        $catwat = "rzeka";
    }
}
```

Rysunek 4. Fragment skryptu do mapowania atrybutów (opracowanie własne)

niem jest przeszukanie źródłowej klasy 'osm_water ways' i sprawdzenie atrybutu 'name' oraz 'type'. Wartość atrybutu 'name' ma zostać przekopiowana do kolumny 'OBJNAM', natomiast wartość z kolumny 'type' ma zostać zamieniona z: 'river' na 'rzeka', 'canal' na 'kanal' itd. i zaimportowana do kolumny 'CATWAT' (kategoria) wynikowej klasy, jaką jest woda (akronim WATERL). Docelowe wartości atrybutów, wykorzystywane w trakcie mapowania, zgodne z przyjętym schematem, są zapisane we wspomnianych powyżej skryptach i mogą być przechowywane w postaci tablic wielowymiarowych.

W wyniku opisanego procesu w bazie danych tworzona jest nowa tabela zawierająca tylko wybrane obiekty i posiadająca określone wcześniej pola atrybutowe (rys. 5).

Tabela taka może zostać wyeksportowana za pomocą aplikacji ogr2ogr do formatu GML, przyjętego jako docelowy format zapisu danych zgodny z modelem MODEF.

obj_id [PK] serial	objgeo text	objnam text	source integer	scamin double precis	scamax double precis	code_1 text	code_2 text	code_3 text	catwat text	opstat text	silzon text
1	LINE	Odra Wschod	3						rzeka		
2	LINE	Odra Zachod	3						rzeka		
3	LINE	Skośnica	3						kanal		
4	LINE		3						kanal		
5	LINE	Święta	3						rzeka		
6	LINE	Odra Wschod	3						rzeka		
7	LINE	Odra Zachod	3						rzeka		
8	LINE	Odra Zachod	3						rzeka		
9	LINE	Kanał Zielc	3						kanal		
10	LINE	Kanał Rybny	3						kanal		
11	LINE	Dąbski Nurc	3						kanal		
12	LINE	Kanał Grodz	3						kanal		
13	LINE	Kanał Grodz	3						kanal		
14	LINE	Duńczyca	3						rzeka		
15	LINE	Kanał Dębic	3						kanal		
16	LINE	Basen Notec	3						kanal		
17	LINE	Basen Warty	3						kanal		
18	LINE	Basen Górnc	3						kanal		
19	LINE	Basen Górni	3						kanal		
20	LINE	Stobnica	3						rzeka		

Rysunek 5. Widok na dane wynikowej tabeli 'WATERL' (opracowanie własne)

Podsumowanie

Generowanie danych, zgodnie z przyjętym modelem MODEF, obejmuje cztery etapy: import danych źródłowych do bazy PostgreSQL/PostGIS, przetwarzanie i walidację danych, mapowanie atrybutów tabel źródłowych do modelu MODEF oraz eksport finalnych danych do formatu GML. W artykule przedstawiono propozycję implementacji modelu, zawierającą opis wszystkich etapów w ujęciu praktycznym, z jednoczesnym uwzględnieniem rzeczywistych przykładów. Przedstawiono także założenia specyfikacji danych przestrzennych w proponowanym modelu. Stanowią one, jako informacje zawarte na mapach, jeden z głównych elementów budowanego systemu mobilnej nawigacji śródlądowej.

Konstruując nowy model danych, autorzy skupili się na tych danych, które mają ścisły związek z żeglugą turystyczną, z uwagi na fakt, iż użytkownikiem końcowym systemu z założenia ma być turysta uprawiający żeglugę rekreacyjną na śródlądowych drogach wodnych. Jednocześnie, przyjęto założenie, że opracowany model nie może być zbyt skomplikowany i ma zawierać dane rzeczywiście istotne dla użytkownika. W rezultacie opracowany model jest kompromisem pomiędzy szczegółowością opisu modelowanego fragmentu rzeczywistości a użytecznością modelu, w aspekcie dalszego modelowania kartograficznego w systemie.

Dodatковым elementem komplikującym prace nad modelem jest różnorodność danych źródłowych. Dane wejściowe pochodzą z różnych źródeł, co wiąże się z ich odmienną dokładnością oraz skalą kompilacji. Ponieważ każde z wykorzystywanych źródeł posiada inne klasy oraz ich atrybuty, dlatego wykorzystano funkcję mapowania atrybutów. Metodyka importowania danych została przedstawiona w postaci schematów, opracowanych dla każdej klasy oddzielnie. Algorytmy te zawierają szczegółowe reguły przestrzenne oraz atrybutowe, wskazujące które obiekty z poszczególnych klas źródłowych mają być importowane oraz jednocześnie definiują mapowanie wszystkich atrybutów do atrybutów klasy docelowej modelu. Powstały model, w postaci schematu implementacyjnego XML, stanowi swego rodzaju matrycę, do której kopiowane są pożądane dane z poszczególnych źródeł. W etapie końcowym, po imporcie wszystkich danych, powstaną poszczególne komórki mapy wykorzystywane w tworzonym systemie mobilnej nawigacji śródlądowej MOBINA.

Literatura

- Abiteboul S., Manolescu I., Rigaux P., Rousset M., Senellart P., 2011: *Web Data Management and Distribution*. Cambridge University Press.
- Drop P., Gajewski P., Mackiewicz M., 2013: Zastosowanie danych OpenStreetMap oraz wolnego oprogramowania do badań dostępności komunikacyjnej w skali lokalnej. *Acta Universitatis Lodzianensis Folia Geographica Socio-Oeconomica* nr 14/2013.
- Gotlib D., Iwaniak A., Olszewski R., 2006: Budowa krajowej infrastruktury danych przestrzennych w Polsce – harmonizacja baz danych referencyjnych. Katedra Geodezji i Fotogrametrii, Akademia Rolnicza we Wrocławiu.
- Inland ENC Harmonization Group, 2011: *Product Specification for Inland ENCs* Ed. 2.3.
- Inland ENC Harmonization Group, 2014: *Encoding Guide for Inland ENCs* Ed. 2.3.6.
- Inland ENC Harmonization Group, 2013: *IENC Feature Catalogue* Ed. 2.3.
- IHO, 2000: *Transfer Standard for Digital Hydrographic Data*, Ed.3.1. Special Publication No. 57.
- Open Geospatial Consortium Inc., 2007: *OpenGIS® Geography Markup Language (GML) Encoding Standard* Ver. 3.2.1.

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 listopada 2011 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych. Dz.U. 2011 nr 279 poz. 1642.

Rozporządzeniu Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 12 lutego 2013 r. w sprawie bazy danych geodezyjnej ewidencji sieci uzbrojenia terenu, bazy danych obiektów topograficznych oraz mapy zasadniczej. Dz.U. 2013 poz. 383.

Streszczenie

W artykule przedstawiono propozycję opracowania własnego formatu wymiany danych przestrzennych dla żeglugowej mobilnej nawigacji śródlądowej (ang. MObinav Data Exchange Format – MODEF) oraz jego specyfikacji w postaci schematu aplikacyjnego XML. Zakłada się, że dane w tym formacie, będą generowane w sposób możliwie zautomatyzowany z danych wejściowych. Jako źródła danych wykorzystane zostaną: śródlądowa elektroniczna mapa nawigacyjna (IENC), topograficzna baza danych BDOT10k, baza mapy Vmap poziomu drugiego oraz powszechnie dostępne dane zgromadzone w ramach projektu Open Street Map. Poszczególne klasy map będą przygotowywane na serwerze, a następnie udostępniane urządzeniom mobilnym.

Implementacja zintegrowanego modelu danych przestrzennych oznacza przede wszystkim dokładną specyfikację pożądanego formatu danych MODEF, a także precyzyjne określenie reguł importu obiektów z poszczególnych źródeł. Postawione zostaną reguły przestrzenne i atrybutowe definiujące, które obiekty z poszczególnych klas będą importowane. Dodatkowo przeprowadzone zostanie odpowiednie mapowanie atrybutów oraz walidacja uzyskanych danych. Można zatem powiedzieć, że generowanie danych w formacie MODEF obejmuje import danych źródłowych do bazy PostgreSQL/PostGIS, przetwarzanie i walidację danych, rzutowanie tabel źródłowych do standardu MODEF oraz eksport finalnych danych do formatu GML.

W artykule zawarto opis wszystkich czterech kroków w ujęciu teoretycznym i praktycznym, z uwzględnieniem rzeczywistych przykładów. W ten sposób, po przedstawieniu koncepcji integracji danych w systemie oraz metodyki pozyskiwania danych (w postaci algorytmów pozyskiwania), uwzględniono także implementację opracowanego modelu danych w praktyce.

Abstract

In the paper, it is proposed to develop a spatial data exchange format for inland shipping mobile navigation – MObinav Data Exchange Format (MODEF). It's specification will be given in the form of application scheme in XML. It is assumed that data in this format will be created automatically from input data. Main sources for the system will be Inland electronic navigational chart (IENC), topographic data base BDOT10k, database of Vmap level 2 and publicly available data covered by open source project Open Street Map. The maps will be prepared on server and then sent to mobile devices. Implementation of integrated spatial data model means exact specification of required data format MODEF and precise description of import algorithms from sources. The rules will be defined covering spatial and attributes aspects, describing which objects from particular layers will be imported. Additionally, attribute mapping and resulting data validation will be provided. Thus, preparing data in MODEF format covers four steps, namely importing source data to PostgreSQL/PostGIS database, processing and validation of data, projection of source tables to MODEF standard and export of final data to GML format.

The description of all four steps is given both in theoretical and practical depiction including real examples. Thus, after presenting the concept of data integration in the system and the methodology of data gathering (as import algorithms), implementation of elaborated model in practice is also given.

mgr inż. Marta Włodarczyk-Sielicka
m.wlodarczyk@am.szczecin

dr inż. Witold Kazimierski
w.kazimierski@marinetechology.pl

mgr inż. Maciej Marek
m.marek@marinetechology.pl