

Wojciech Pachelski

Centrum Badań Kosmicznych PAN, Warszawa
(00-716 Warszawa, ul. Bartycka 18a)

Informacja geograficzna: Podstawy modelowania według norm europejskich i krajowych¹

W pracy podaje się strategię modelowania informacji geograficznej, która jest zawarta w normach europejskich w tej dziedzinie (opracowanych przez CEN/TC 287), i która jest przedmiotem normalizacji krajowej. Przedstawione są główne cele tej normalizacji, które obejmują uporządkowanie danej dziedziny oraz stworzenie przesłanek dla racjonalnej harmonizacji rozwiązań praktycznych GIS w zróżnicowanych środowiskach sprzętowo-programowych, przedmiotowych, instytucjonalnych i innych, warunkujących efektywne komunikowanie informacji (transfer danych) pomiędzy oddzielnymi realizacjami. Sformułowane i zdefiniowane są podstawowe pojęcia z zakresu modelowania informacji, jak m.in. schemat pojęciowy, schemat aplikacyjny, metoda związków encji, oraz z zakresu języka EXPRESS, stanowiącego główny środek formalny przedstawionej metodologii. Omówiono stan krajowych prac normalizacyjnych.

WSTĘP

Warunkiem sprawnego funkcjonowania systemów informacji geograficznej jest możliwość automatycznego udostępniania przez nie sobie wzajemnie danych, jak też innym systemom informacyjnym i użytkownikom, w sposób umożliwiający ich efektywne współdziałanie polegające na kojarzeniu i łącznym interpretowaniu informacji pochodzących z różnych „warstw” przedmiotowych. Chodzi tutaj zarówno o udostępnianie danych z różnych źródeł (baz danych) konkretnemu systemowi w celu realizacji pewnej jego funkcji lub procesu, czyli o tzw. integrację danych w jednym określonym celu, jak też o udostępnianie tych samych danych (np. z określonego zasobu) funkcjom i procesom realizowanym przez różne systemy, czyli o tzw. podział danych. W praktyce mamy do czynienia z obu tymi pojęciami jednocześnie, bowiem realizacja szeroko pojmowanych celów tych systemów oznacza na ogół wypełnianie nieograniczonej liczby funkcji i procesów przestrzennych przez różne systemy, na podstawie danych pochodzących z wielu różnych źródeł.

¹ Niniejszy artykuł jest oparty na niepublikowanym *Studium nt. celowości i warunków wprowadzenia metodologii GIS wg norm CEN*, powstałym w ramach projektu KBN nr PBZ-024-13 *Koncepcja systemu informacji przestrzennej w Polsce*.

Ta naturalna, nieodłączna cecha systemów informacji geograficznej (GIS), jaką jest konieczność porozumiewania się ludzi i systemów, występuje w warunkach nieodzownej różnorodności rozwiązań praktycznych w odmiennych środowiskach instytucjonalnych, przedmiotowych, organizacyjnych i innych, zwłaszcza zaś w warunkach zróżnicowanego sprzętu i oprogramowania (tj. odmiennych platform narzędziowych). Problem komunikowania się ludzi i systemów pojawił się w początkowej fazie rozwoju GIS (tj. w Polsce ok. 25 lat temu) i był formułowany jako konieczność standaryzacji sztywnych struktur plików i baz danych, formatów i kodów zapisu oraz procedur transferu. Prace podjęte w szeregu krajów i organizacji doprowadziły do powstania różnych narodowych i instytucjonalnych standardów² dla transferu danych³, które jednakże umożliwiają przenoszenie danych jedynie w ograniczonym zakresie zastosowań. Ogólnie, standardy te formułują pewne stałe struktury, formaty i kody jako pośrednią formę danych pomiędzy formami stosowanymi przez konkretne platformy narzędziowe, pozostawiając na ogół użytkownikom problem formalnego, czyli pomijającego aspekty znaczeniowe, przekształcenia danych do i z tej formy pośredniej. Standardy te nie umożliwiają również transferu danych w warunkach coraz wyraźniejszych potrzeb komunikowania informacji geograficznej w skali międzynarodowej i globalnej.

Wiadomo już obecnie (Miksa, 1997), że wyłącznie formalny charakter transferu danych, abstrahujący od ich aspektów znaczeniowych i oparty na jednolitych i stałych strukturach i formatach, może być co najwyżej pewnym rozwiązaniem szczególnym problemu przenoszenia danych o nader ograniczonej stosowalności, nie jest zaś jego rozwiązaniem ogólnym, uniwersalnym. Może on bowiem dotyczyć jedynie pewnego z góry ograniczonego i ustalonego grona użytkowników, pewnych zadanych warstw przedmiotowych, określonych instytucji i organizacji oraz konkretnych realizacji sprzętowo-programowych.

Inną naturalną cechą systemów informacji geograficznej jest ich realizacja na odmiennych platformach narzędziowych w sposób dostosowany do lokalnych warunków i potrzeb, z uwzględnieniem czynnika administracyjnej, organizacyjnej, finansowej i innej samorządności organów realizujących (np. na szczeblu powiatowym bądź gminnym).

² M.in.: NTF (Wielka Brytania), EDIGeO (Francja), DIGEST (NATO), DMA (USA), SDTS (USA), CCOGIF, SAIF (Kanada), DX90 (Międz. Org. Hydrologiczna – IHO), ATKIS (Niemcy). Do grupy tej należy zaliczyć także opublikowany w 1995 r. krajowy Standard Wymiany Informacji Geodezyjnej SWING (zob. SWING, 1995).

³ Pojawiające się ostatnio w tym kontekście pojęcie (sformułowanie) *migracja danych* należy uznać jako „ozdobnik”, błędny zarówno merytorycznie, jak i gramatycznie. Termin migracja oznacza przemieszczanie (przenoszenie) się ludzi, grup etnicznych, zwierząt lub tp. z jednego miejsca w inne. W odniesieniu do danych i informacji zwrot ten traci sens, bowiem dane nie muszą zmieniać „miejsca pobytu”: mogą być „transferowane” do nowego miejsca, pozostając jednakże nadal w miejscu starym, w odróżnieniu od twórców materialnych mogą być powielane w dowolnej liczbie kopii, jak też mogą być jednocześnie udostępniane wielu użytkownikom nie zmieniając swej „lokalizacji” początkowej. Od strony gramatycznej natomiast migrować jest czasownikiem nieprzechodnym, tj. nie mającym strony biernej: można migrować, ale nie można być migrowanym. W przypadku danych i informacji natomiast dopuszczalną formą czasownika może być jedynie forma przechodnia, dopuszczająca stronę bierną, tj. np. dane mogą być przenoszone (transferowane, udostępniane), ale nie mogą przenosić się bądź udostępniać się.

Z cechy tej wynikają bezpośrednio przesłanki co do organizacji GIS w skali krajowej, a mianowicie postulat luźnej struktury modularnej, opartej na niezależnych, samorządzących się i równorzędnych „ogniwach” GIS, podporządkowanych jedynie ogólnym wytycznym zewnętrznym o charakterze norm (także jakościowych), z reguły powiązanych z organami samorządowymi szczebla powiatowego bądź gminnego⁴. Stąd ewentualna odgórnie zadekretowana unifikacja platform narzędziowych w celu pozornego ułatwienia transferu danych (we wspomnianych powyżej warunkach ograniczonej stosowalności), w powiązaniu z dokonującymi się szybkimi zmianami technologicznymi sprzętu i oprogramowania (m.in. podwajanie się mocy komputerów co każde 1.8 roku – zjawisko obserwowane od ok. 30 lat), byłaby rozwiązaniem zasadniczo nieracjonalnym.

Racjonalne zapewnienie możliwości porozumiewania się ludzi i różnorodnych realizacji systemów informacyjnych musi zatem uwzględniać aspekty znaczeniowe (semantyczne) danych, tj. dopuszczać możliwość zautomatyzowanego „rozumienia” danych „nadawcy” przez „odbiorcę”, czyli interpretowania danych jako informacji. Chodzi więc o zastąpienie formalnego transferu danych przez komunikowanie informacji. Stąd modele informacyjne i bazy danych muszą być opisywane (definiowane) w sposób ogólny – uniwersalny, powszechnie zrozumiały w odnośnych środowiskach, czyli za pomocą środków formalnych o wyższym poziomie abstrakcji niż poziom poszczególnych aplikacji narzędziowych. Warunkiem takiego „rozumienia” danych, niezbędnym dla wzajemnego komunikowania się ludzi i systemów, jest wobec tego stosowanie uniwersalnego i powszechnie uznawanego w danym środowisku – a więc standardowego bądź znormalizowanego – języka formalnego. Korzystną, ale nie niezbędną, cechą takiego języka jest możliwość automatycznego (komputerowego) przetwarzania opisanych w nim struktur w celu sprawdzenia ich wewnętrznej poprawności, jak też ewentualnego, z uwzględnieniem semantyki, przekładu do form realizowanych za pomocą różnych aplikacji. Te właśnie przesłanki stały się podstawą podjęcia działań normalizacyjnych w skali europejskiej i międzynarodowej odpowiednio przez CEN/TC 287 *Informacja geograficzna*⁵ i ISO/TC 211 *Informacja geograficzna/Geomatyka*⁶. W obu tych organizacjach powstały rodziny norm, które przedstawiają sobą przede wszystkim nowoczesną metodykę modelowania i środki opisu informacji geograficznej jako narzędzie projektowania baz danych w postaci schematów pojęciowych. Te ostatnie, z kolei, jako standardy, mogą i powinny być podstawą spójnych, jednolitych i zgodnych implementacji w zróżnicowanych środowiskach sprzętowych i programowych. (W rozdziale 3 niniejszego opracowania przedstawiono zarówno tryb wykorzystania tej metodyki do budowy

⁴ Postulat ten stoi w sprzeczności z dającym się zaobserwować w środowiskach krajowych utopijnym dążeniem do opartej na strukturze hierarchicznej (szczeble terenowe, regionalne i krajowy) centralizacji GIS, w powiązaniu z tendencjami do unifikacji (pod hasłem „standaryzacji”) platform narzędziowych. Łatwo wykazać, że realizacja takich tendencji byłaby hamulcem rozwoju GIS i jako taka byłaby sprzeczna z naturalnymi prawami postępu naukowo-technicznego.

⁵ Europejski Komitet Normalizacyjny/Komitet Techniczny 287 (Comité Européen de Normalisation/Technical Committee 287 Geographix information).

⁶ Międzynarodowa Organizacja Normalizacji/Komitet Techniczny 211 (International Standardisation Organisation/Technical Committee 211 Geographic information/Geomatics).

wzajemnie zgodnych nowych realizacji GIS, jak też sposób doprowadzenia do takiej zgodności realizacji już istniejących). Przyszłe pełne członkostwo Polski w obu wymienionych powyżej organizacjach normalizacyjnych⁷, jak też członkostwo w Unii Europejskiej, będzie zobowiązywać do stosowania środków i metod niesprzecznych z omawianymi normami. Dostępną już obecnie zawartą w nich nowoczesną metodykę należy uznać jako najbardziej efektywną i nowoczesną strategię budowy i rozwoju krajowych systemów informacji geograficznej. Metodyka oparta na normach europejskich według CEN jest przy tym głównym przedmiotem niniejszego opracowania.

Jak podkreślałem w kilku wcześniejszych opracowaniach (m.in. Pachelski, 1995; Pachelski i in., 1997), budowanie systemu informacyjnego jest, podobnie jak konstruowanie dowolnego urządzenia (np. samochodu, mostu, komputera, itp.), procesem inżynierskim, w którym dają się wyróżnić następujące fazy:

- 1) identyfikacja uwarunkowań zewnętrznych i lokalnych, które definiują cel i zakres systemu oraz jego warunki środowiskowe, techniczne, ekonomiczne, prawne, organizacyjne i inne;
- 2) projektowanie, obejmujące dokładne i jednoznaczne sformułowanie, w sposób ogólny i niezależny od platform narzędziowych, modelu systemu w postaci schematu pojęciowego, zapisanego za pomocą stosownego języka formalnego i notacji graficznych, którego rolą jest zagwarantowanie jednolitości, spójności i zgodności dowolnej liczby opartych na nim realizacji i zastosowań na różnych platformach;
- 3) realizacja takiego schematu na określonych platformach za pomocą dostępnego na nich oprogramowania;
- 4) wdrożenie (eksploatacja) systemu w poszczególnych ośrodkach, które obejmuje wypełnienie bazy danych konkretnymi danymi oraz przejście do praktycznej i systematycznej eksploatacji systemu.

W Polsce jak dotąd rozwój systemów informacji geograficznej, w tym zwłaszcza systemu katastralnego jako najbardziej znaczącego składnika GIS, w postaci oddzielnych aplikacji narzędziowych uwzględnia w zasadzie wyłącznie indywidualne lokalne potrzeby i warunki środowiskowe, sprzętowe, organizacyjne i inne, natomiast pomija wiele uwarunkowań zewnętrznych. Wśród tych ostatnich pomija się zwłaszcza konieczność zapewnienia środków efektywnego komunikowania się ludzi i systemów w warunkach różnorodności rozwiązań praktycznych. Z tytułu stosowania metod geodezyjnych do wyznaczania lokalizacji, geometrii, topologii, kształtu i innych cech przestrzennych obiektów terenowych, budowanie GIS należy w sposób naturalny do zadań geodezyjnych. Jednocześnie jednak często pomijany bądź niedoceniany jest fakt, że w sposób równie naturalny użytkownikami GIS jako swoistego produktu finalnego geodezji są nie tylko geodeci, lecz przede wszystkim przedstawiciele innych dyscyplin (finanse, statystyka, księgi wieczyste, planowanie przestrzenne, architektura i urbanistyka, transport, budownictwo, rolnictwo i leśnictwo, ekologia, itp.). Zawarte w realizacjach GIS modele danych geograficznych muszą być więc nie tylko projektowane pod kątem tych innych użytkow-

⁷ Obecnie Polska jest członkiem CEN i ISO o statusie obserwatora (tzw. O-member).

ników, ale – co więcej – powinny być przez nich również rozumiane. Fakt ten uwypukla nie tylko potrzebę uwzględnienia szerokiej gamy uwarunkowań zewnętrznych już w pierwszej fazie budowy GIS, lecz także potrzebę zastosowania w fazie projektowania uniwersalnych i powszechnie zrozumiałych, czyli standardowych i znormalizowanych, zasad, reguł i formalizmów modelowania i opisu.

Zatem tworzenie GIS w Polsce następuje z pominięciem fazy usystematyzowanego i zorganizowanego projektowania, bez użycia właściwych metod, technik i środków formalnych, przez co budowa systemów informacji geograficznej dokonuje się w sposób żywiołowy bezpośrednio w fazie trzeciej – jako oddzielne i niezależne realizacje narzędziowe. Będące w powszechnym obecnie użyciu w tym celu liczne i zaawansowane systemy narzędziowe pozwalają na ogół, wyręczając w znacznej mierze projektanta systemów, zaniedbać omawianą fazę ogólnego modelowania informacji i projektowania systemu i przejść od razu do sprawnego budowania bazy danych w sposób ściśle podporządkowany danej aplikacji. Jest to proces w znacznym stopniu zautomatyzowany i „przyjazny” użytkownikowi poprzez stosowanie specyficznych i właściwych danej aplikacji środków metodycznych i formalnych oraz gotowych rozwiązań szczegółowych. Jednakże powoduje on wysoce zindywidualizowany charakter powstającej realizacji GIS, który jest przyczyną znacznego ograniczenia możliwości komunikowania się różnych takich realizacji między sobą. Inaczej mówiąc, brak ogólnych koncepcji modelowych w kategoriach metodyki i środków formalnych geoinformatyki oraz indywidualne cechy i właściwości baz danych budowanych w ramach różnych systemów narzędziowych, prowadzą w istocie do odrębnych i wyizolowanych realizacji GIS. Każda taka realizacja jest w dodatku opisana za pomocą specyficznych danemu systemowi narzędziowemu środków formalnych, nie mających na ogół bezpośredniego przekładu na środki formalne innych systemów i nie rozumianych poza danym środowiskiem narzędziowym.

W konsekwencji prowadzi to do braku wzorcowych modeli informacji geograficznej jako wspólnych podstaw dla zróżnicowanych realizacji. Brak ten powoduje znaczną niespójność i niejednorodność powstających takich indywidualnych i wyizolowanych realizacji, pomimo ich z reguły istotnych walorów merytorycznych i eksploatacyjnych w zastosowaniach lokalnych. Takie realizacje GIS na ogół zaspokajają, co prawda, indywidualne i lokalne potrzeby użytkowników, nie dają jednak możliwości komunikowania się tych użytkowników między sobą ani też ze światem zewnętrznym. Tym samym urzeczywistnienie głównych cech GIS – powszechne rozumienie danych oraz kompatybilność realizacji w zróżnicowanych środowiskach narzędziowych – znajduje się poza zasięgiem stosowanych dotychczas środków metodycznych i technologicznych.

Sytuacja ta, występująca nie tylko w Polsce, lecz również w innych krajach, stwarza wspomnianą wcześniej potrzebę sformułowania ogólnych podstaw metodycznych uniwersalnego modelowania informacji geograficznej oraz projektowania baz danych i podstawowych funkcji GIS, jak też dostarczenia użytkownikowi pewnych gotowych rozwiązań szczegółowych dla możliwie szerokiej gamy zastosowań. Takie podstawy i rozwiązania zostały sformułowane w normach europejskich ustanowionych przez CEN (w wyniku prac Komitetu Technicznego 287), są one również przedmiotem będących

w końcowej fazie prac ISO (w ramach Komitetu Technicznego 211) zmierzających do ustanowienia norm międzynarodowych. W kraju podjęto prace normalizacyjne zmierzające do opracowania zespołu Polskich Norm zgodnego z normami europejskimi. W ramach Normalizacyjnej Komisji Problemowej nr 255 ds. Geodezji dla potrzeb budownictwa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego opracowano projekty norm PN-N-02270:2000⁸ PN-ISO 10303-11⁹ (*Polska Norma, 2000 i 2001*). Dalszy tok prac przejęła ustanowiona 31 maja 2001 r. NKP nr 297 ds. *Informacji geograficznej*, której prace koncentrują się nad opracowaniem pełnej rodziny Polskich Norm w dziedzinie informacji geograficznej, opartych na normach europejskich CEN.

1. Zarys metodyki modelowania informacji geograficznej według CEN/TC 287

1.1. Ogólne założenia i koncepcje metodyczne, normalizacja

Dominującą obecnie koncepcją metodyczną w zakresie systemów informacyjnych, zarówno w sensie ogólnego modelowania informacji, jak też w odniesieniu do platform i realizacji narzędziowych, są relacyjne bazy danych oraz metoda ich projektowania – metoda związków encji, zwana inaczej metodą EAR, bądź ER¹⁰. W przypadku systemów informacji geograficznej koncepcja ta jest podstawą zawartą w normach CEN¹¹ metodyki modelowania i opisu baz danych oraz projektowania funkcji i procesów. Zasadniczym pojęciem w tej metodyce jest pojęcie encji¹², które Barker (1996) definiuje jako rzecz lub obiekt, rzeczywisty lub wyobrażony, mający dla nas znaczenie (ważny), o którym informacje mają być dostępne. W metodzie EAR encje danego modelu pozostają ze sobą w pewnych relacjach (czyli związkach) oraz mają przypisane odpowiednie atrybuty. Przedmiotem projektowania jest właśnie m.in. ustalenie zbioru encji w danym modelu oraz opisanie ich atrybutów i związków pomiędzy nimi.

Metodyka ta pozwala wyróżnić w systemie informacyjnym strukturę bazy danych oraz funkcje i procesy wypełniane z udziałem tych danych. W konsekwencji w toku projektowania systemu rozważa się każdą z tych części oddzielnie, jak też w ramach każdej z nich wyodrębnia się następujące składniki:

- składniki strukturalne, czyli dotyczące pierwszej z wymienionych części systemu: opisowe, przestrzenne (czyli geometryczne i topologiczne) oraz jakościowe;
- składniki funkcjonalne: głównie system zapytań i aktualizacji oraz transfer danych.

⁸ Norma ta została ustanowiona przez PKN w r. 2000.

⁹ Norma ta została ustanowiona przez PKN w r. 2001.

¹⁰ EAR: Entity – Atributy – Relationship, ER: Entity – Relationship.

¹¹ Druga ważna koncepcja metodyczna obejmuje tzw. obiektowe bazy danych i jest powiązana z analizą obiektową. W myśl tej koncepcji pojedynczy obiekt w bazie danych jednoczy zarówno opis swych atrybutów, jak i funkcji realizowanych ze swym udziałem.

¹² Jest to powszechnie obecnie stosowany w teorii relacyjnych baz danych termin odpowiadający pojęciowemu modelowi fizycznemu lub abstrakcyjnego obiektu świata rzeczywistego. Został on wprowadzony do terminologii krajowej w polskim przekładzie książki Ullmana (1988).

Dodatkowo wyróżnia się metadane, czyli „dane o danych”, ułatwiające efektywne katalogowanie, przeszukiwanie, archiwizowanie, aktualizowanie, itp., baz danych.

Dla całości systemu kluczowe znaczenie ma struktura bazy danych, podczas gdy składniki funkcjonalne obejmują zarówno funkcje zapewniające realizację podstawowych zadań systemu, jak i funkcje definiowane przez użytkowników w sposób dowolny. Pierwsze z tych funkcji wpływają na zakres przedmiotowy systemu i w tym aspekcie winny być uwzględnione w procesie projektowania, drugie zaś leżą w zasadzie poza przedmiotem projektowania.

Zawarta w omawianych normach metodyka modelowania informacji geograficznej i projektowania baz danych obejmuje schematy pojęciowe dla szeregu zagadnień ogólnych, jak jakość, geometria i topologia, lokalizacje przestrzenne, transfer danych, jak też reguły budowania schematów aplikacyjnych, które są schematami pojęciowymi dla określonych konkretnych dziedzin zastosowań (np. dla katastru). Same schematy aplikacyjne nie są przedmiotem normalizacji, lecz szczegółowe reguły ich budowy i integracji z innymi rozwiązaniami normatywnymi są przedmiotem normy (CEN, 1999) zatytułowanej *Reguły budowy schematów aplikacyjnych*. Z tego względu normę tę należy uznać za kwintesencję omawianej metodyki informacji geograficznej oraz za najważniejszy dokument tej rodziny norm. Schematy aplikacyjne dla poszczególnych zastosowań, w tym m.in. dla katastru, mogą być natomiast przedmiotami bardziej szczegółowej normalizacji krajowej.

W myśl omawianej tutaj metodyki rola i znaczenie schematów aplikacyjnych, budowanych dla poszczególnych dziedzin zastosowań i opisywanych w języku EXPRESS, polega głównie na tym, że schematy takie mogą i powinny stanowić podstawę kompatybilnych realizacji narzędziowych w zróżnicowanych środowiskach instytucjonalnych, terytorialnych, sprzętowo – programowych i innych. Metodyka ta pozwala również na efektywną harmonizację (tj. doprowadzenie do wzajemnej spójności) już istniejących realizacji narzędziowych.

1.2. Język EXPRESS jako podstawa metodyczna i narzędzie opisu modeli

Drugim ważnym składnikiem metodyki modelowania informacji geograficznej jest język opisu danych EXPRESS, zdefiniowany w normie międzynarodowej (ISO, 1994). W normach CEN język EXPRESS został przyjęty, w wyniku szczegółowej analizy grupy tego rodzaju języków (CEN, 1996), w potrójnej roli:

- jako uniwersalna, niezależna od środków sprzętowych i oprogramowania, metodyka pojęciowego modelowania informacji i projektowania baz danych w ogóle, wykorzystana jako podstawa dla formułowanej w normach metodyki modelowania informacji geograficznej;
- jako podstawowy środek formalny wykorzystany w tych normach do opisu zawartych w nich ustaleń normatywnych i informacyjnych, w tym również jako forma opisu zawartych w normach pewnych rozwiązań szczegółowych do stosowania w budowanych przez użytkowników modelach informacji geograficznej (w sposób podobny, jak np. biblioteki algorytmów są wykorzystywane w programach obliczeniowych);

- jako zalecany tymi normami środek formalny do opisywania budowanych przez użytkowników modeli informacji geograficznej, stanowiących podstawę projektowania baz danych geograficznych w systemach narzędziowych.

Stąd w rodzinie norm CEN język EXPRESS odgrywa rolę kluczową, która polega głównie na tym, że norm tych po prostu nie da się zrozumieć i stosować bez jego znajomości.

Jedną z głównych zasad EXPRESSu jest wyraźne rozdzielenie opisywanego przezeń abstrakcyjnego modelu informacji od środowiska sprzętowo-programowego, w którym model ten jest lub może być realizowany. Zasada ta wynika z przesłanki, że żadna informacja nie jest przypisana wyłącznie do wykorzystującej ją aplikacji oraz z przesłanki o niezależności informacji od jej nośnika (np. kartki papieru, pamięci komputera, itp.), (Schenk i Wilson, 1994). Wynika stąd konieczność stosowania odmiennych metod i technik opisywania informacji jako takiej, co jest przedmiotem EXPRESSu, oraz opisywania środowiska (fizycznych struktur danych), w którym jest ona rejestrowana jako dane, co nie jest przedmiotem EXPRESSu.

Ważną cechą EXPRESSu jest możliwość automatycznego (komputerowego) przetwarzania opisanych w nim struktur w celu sprawdzenia ich wewnętrznej poprawności, jak też ewentualnego przekładu do form realizowanych za pomocą różnych aplikacji.

Metody oferowane przez język EXPRESS i wykorzystywane w normach CEN jako podstawa metodyki projektowania baz danych geograficznych, operują pięcioma kategoriami pojęć: schemat, encja, atrybut, związek i ograniczenie. Cztery pierwsze z tych pojęć są bliskoznaczne ogólnym pojęciom z zakresu relacyjnych baz danych (ale nie są z nimi identyczne). Poniżej podana jest charakterystyka tych pojęć za normą (CEN, 1999) oraz monografią (Schenk i Wilson, 1994):

- Schemat (deklarowany za pomocą słowa kluczowego SCHEMA) w języku EXPRESS definiuje zakres znaczeniowy i kontekstowy zbioru encji. Pojedynczy schemat aplikacyjny może być zapisany za pomocą kilku schematów EXPRESSu.
- Encja (deklarowana w ramach schematu za pomocą słowa kluczowego ENTITY), odpowiada klasie modelowanych obiektów bądź pojęć abstrakcyjnych, może też być użyta do reprezentowania relacji lub do zdefiniowania dziedziny atrybutów. Encja posiada zespół atrybutów. Struktura encji może być hierarchiczna, czyli być opisywana w kategoriach nadtyp/podtyp.
- Atrybut opisuje właściwość encji bądź jej związek z inną encją. Każdy atrybut posiada nazwę i skojarzony z nim typ danych, który może być prosty (np. całkowity, rzeczywisty, łańcuchowy itp.) bądź złożony (w tym m.in. definiowany przez użytkownika). Typem danych może być również inna encja danego schematu.
- EXPRESS wykorzystuje dwie postaci związków: związek w postaci *jest* oraz związek w postaci *posiada*. Związek w postaci *jest* jest związkiem uogólniającym bądź specjalizującym (inaczej nadtyp – podtyp)¹³, np. „samochód *jest* pojazdem”, „działka *jest* fragmentem powierzchni Ziemi”. Związek w postaci *posiada* jest

¹³ Nb. jest to pojęcie z zakresu analizy obiektowej i obiektowych baz danych.

natomiast związkiem znaczeniowym, opisującym asocjacje (skojarzenia) pomiędzy różnymi encjami, np. „samochód *posiada* koła”, „działka jest w *posiadaniu* osoby”.

Wszystkie związki są dwukierunkowe (tj. od *A* do *B* i od *B* do *A*).

– Wartości atrybutów i związków podlegają ograniczeniom.

Oprócz formy leksykalnej norma EXPRESSu (ISO, 1994) dopuszcza notację graficzną EXPRESS-G, która jest przeznaczona do bardziej pogładowej prezentacji modelu informacyjnego za pomocą diagramów z użyciem specjalnych symboli graficznych. W Załączniku A podany jest wykaz tych symboli, jak też przykładowy schemat bazy danych katastralnych zapisany w notacji EXPRESS-G. Załącznik B, natomiast, ilustruje i objaśnia użycie języka EXPRESS na przykładzie schematu działki gruntu.

1.3. Przegląd norm CEN

Problem komunikowania się ludzi i systemów w dziedzinie informacji geograficznej bez naruszania ich praw do własnych autonomicznych rozwiązań szczegółowych został rozwiązany w wielu krajach, a następnie na płaszczyźnie europejskiej i międzynarodowej, na drodze normalizacji pojęć, terminologii, metodyki i formalnych środków modelowania informacji i opisu baz danych w sposób uniwersalny i ogólny, niezależny od wspomnianych różnorodności tych rozwiązań szczegółowych. Normy europejskie w tej dziedzinie zostały ustanowione (jako tzw. prenormy ENV) przez CEN (w wyniku prac Komitetu Technicznego 287), natomiast normy międzynarodowe są w końcowej fazie prac Komitetu Technicznego 211 ISO. Obie grupy norm będą podlegać wzajemnemu uzgodnieniu po zebraniu doświadczeń z ich stosowania tak, że będą stanowić spójną metodykę modelowania, opisu, pozyskiwania, prezentowania i udostępniania informacji geograficznej. Normy i inne dokumenty normalizacyjne CEN są obecnie dostępne w kraju za pośrednictwem Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

W odróżnieniu od innych działów normalizacji, w których polega ona na swoistej „kodyfikacji” powszechnie (na ogół) znanych teorii, metod, technik, terminologii i definicji, w omawianej dziedzinie normy CEN (jak również normy ISO) stanowią przede wszystkim najbardziej aktualne w wymiarze światowym i najpełniejsze z dotychczasowych kompendium nowej wiedzy przedmiotowej (aspekt „kodyfikacji” ma tu charakter drugorzędny). Stąd adaptacja i upowszechnienie norm w dziedzinie informacji geograficznej, zwłaszcza zaś norm europejskich CEN, będąca skądinąd obiektywną koniecznością w związku z przewidywanym członkostwem Polski w Unii Europejskiej, są jednocześnie najbardziej racjonalną drogą rozwoju systemów informacji geograficznej w Polsce. Z faktu, że podstawowym środkiem metodycznym i formalnym norm CEN jest język EXPRESS, wynika wprost konieczność jego pilnego opanowania i wdrożenia w ośrodkach geoinformatycznych w Polsce.

Centralnym problemem omawianej rodziny norm są metody i środki opisu i transferu danych geograficznych, zarówno w obrębie danego systemu informacyjnego, jak i pomiędzy różnymi systemami. Opisy danych specyfikują struktury przenoszonych danych i obejmują zatem różne ich aspekty znaczeniowe (semantyczne), a nie tylko strukturalne

Tabela 1. Wykaz norm (ENV) i raportów CEN (CR¹⁴) w dziedzinie informacji geograficznej

Oznaczenie dokumentu	Nazwa dokumentu	Charakterystyka treści
ENV 12009	<i>Geographic information – Reference Model</i> (Model odniesienia)	Identyfikacja i omówienie wszystkich części składowych norm, które są niezbędne dla opisu, strukturyzacji, kodowania, przeszukiwania, porządkowania i przenoszenia informacji geograficznej.
ENV 12160	<i>Geographic information – Data description – Spatial schema</i> (Schemat przestrzenny)	Definicje i opisy elementów i konstrukcji geometrycznych oraz ich relacji topologicznych za pomocą języka EXPRESS.
ENV 12656	<i>Geographic information – Data description – Quality</i> (Jakość)	Zdefiniowanie pojęć jakościowych informacji geograficznej oraz metod i form ich włączenia do schematów aplikacyjnych.
ENV 12657	<i>Geographic information – Data description – Metadata</i> (Metadane)	Zdefiniowanie schematów pojęciowych dla metadanych (tj. katalogów i słowników) o zbiorach danych geograficznych.
ENV 12661	<i>Geographic information – Referencing – Geographic identifiers</i> (Identyfikatory geograficzne)	Zdefiniowanie sposobów opisu pośrednich systemów lokalizacji obiektów przestrzennych, które nie są oparte na układach współrzędnych.
ENV 12762	<i>Geographic information – Referencing – Direct position</i> (Bezpośrednie opisywanie położenia)	Zdefiniowanie sposobów opisu systemów lokalizacji obiektów przestrzennych opartych na układach współrzędnych (do zakresu tej normy nie wchodzi wybór żadnego konkretnego systemu odniesienia).
ENV 13376	<i>Geographic information – Data description – Rules application schemas</i> (Reguły budowy schematów aplikacyjnych)	Ogólne i wspólne zasady wykorzystania pozostałych norm tej rodziny do budowy pojęciowych schematów aplikacyjnych w różnych dziedzinach zastosowań.
CR 12660	<i>Geographic information – Processing – Query and update</i> (Zapytania i aktualizacja)	Opracowanie i adaptacja języków formalnych, włącznie ze stosownymi operatorami przestrzennymi i systemami identyfikacyjnymi, do formułowania zapytań i aktualizacji baz danych geograficznych.
CR 13425	<i>Geographic information – Overview</i> (Przegląd)	Omówienie poszczególnych norm, zakresów ich zastosowań oraz ogólnego kontekstu ich działania.
CR 13436	<i>Geographic information – Vocabulary</i> (Słownik)	Zespół definicji pojęć, które są wykorzystywane w pozostałych normach tej rodziny.
CR 13568	<i>Geographic information – Data description – Conceptual schemat language</i> (Język schematu pojęciowego)	Analiza grupy języków formalnych według przyjętych kryteriów pod kątem ich przydatności do opisu schematów pojęciowych informacji geograficznej w tej rodzinie norm. W wyniku tej analizy rekomenduje się stosowanie języka EXPRESS.

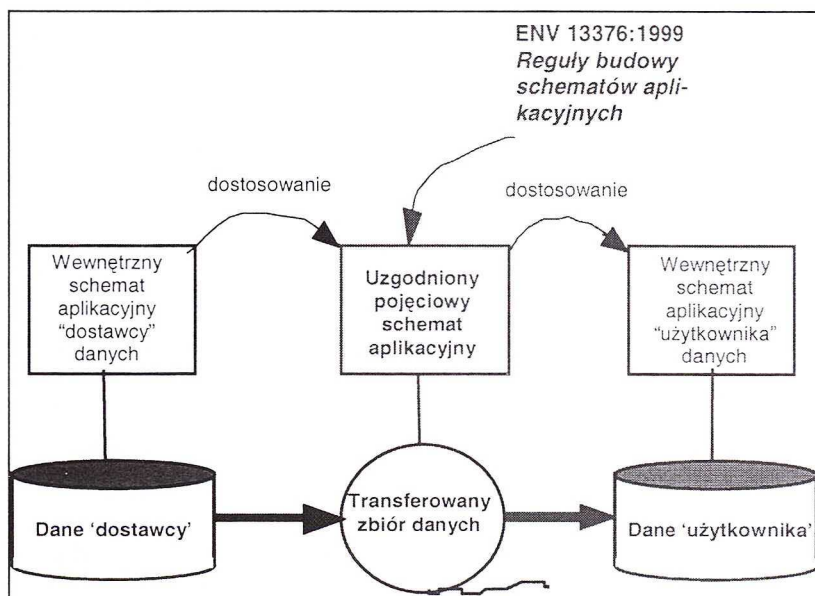
¹⁴ Raporty CEN nie mają charakteru normatywnego.

i składniowe (syntaktyczne). Transfer danych jest więc technologią komunikowania danych, gdzie „dostawcą” i „użytkownikiem” danych może być zarówno człowiek, jak i komputer. W obu przypadkach celem opisu danych jest zapewnienie zarówno powszechnego rozumienia treści danych, jak również umożliwienie automatycznego przekładu danych pomiędzy ich odmiennymi formami i strukturami ich zapisu.

W tabeli 1 przedstawiony jest wykaz dokumentów normalizacyjnych ustanowionych i ratyfikowanych przez CEN (proces normalizacji został zakończony w 1999 r.). Natomiast współdziałanie różnych norm w definiowaniu schematów aplikacyjnych przedstawione jest na rys. 3.

1.4. Rola schematu aplikacyjnego oraz reguły jego budowy

Norma ENV 13376:1999 *Reguły budowy schematów aplikacyjnych* (CEN, 1999) definiuje ogólne i wspólne zasady i tryby stosowania omawianej metodyki modelowania informacji geograficznej w różnych dziedzinach zastosowań i zakresach przedmiotowych (nie odwołując się do żadnej konkretnej dziedziny). Sformułowany dla dowolnej dziedziny bądź dla dowolnego jej elementu składowego pojęciowy schemat aplikacyjny definiuje skład i strukturę odpowiadającego mu zbioru danych, abstrahuje natomiast od konkretnych treści danych. Schemat taki może i powinien być przedmiotem standaryzacji i ewentualnej normalizacji krajowej.



Rys. 1. Miejsce schematu aplikacyjnego i reguł jego budowy w procesie transferu danych geograficznych [na podstawie CEN (1999)]

Każdy schemat aplikacyjny pełni podwójną rolę:

- sformułowanie i udokumentowanie reguł interpretacji danych, jakie są niezbędne dla powszechnego i poprawnego ich rozumienia, oraz
- dostarczenie czytelnej przez zróżnicowane media komputerowe formy opisu danych, umożliwiającej zgodne zastosowanie tych mediów do zarządzania danymi.

Obie role występują w środowisku wielu użytkowników informacji geograficznej, w sytuacji koniecznego wzajemnego dostępu do tej informacji w warunkach nieodzownej różnorodności rozwiązań praktycznych, m.in. co do sprzętu i oprogramowania. Uzgodniony pomiędzy użytkownikami schemat aplikacyjny jest więc środkiem zapewniającym poprawne komunikowanie informacji geograficznej poprzez m.in. efektywny transfer danych, z uwzględnieniem aspektów znaczeniowych. Tę funkcję schematu aplikacyjnego i reguł jego budowy, a mianowicie jako mechanizmu wzajemnego dostosowania wewnętrznych (tzw. fizycznych) schematów aplikacyjnych użytkowników, ilustruje rys. 1.

„Dostawca” i „użytkownik” danych geograficznych opracowują na ogół swe odmienne wewnętrzne (fizyczne) schematy aplikacyjne w sposób niezależny. Warunkiem transferu danych pomiędzy nimi jest istnienie uzgodnionego schematu aplikacyjnego (pojęciowego), który ma być dostosowany do schematu aplikacyjnego „dostawcy” i do którego, z kolei, należy dostosować schemat aplikacyjny użytkownika. Metodyka CEN obejmuje przy tym metody budowy i zapisu takiego uzgodnionego schematu aplikacyjnego, natomiast nie obejmuje metod i środków dotyczących schematów wewnętrznych (fizycznych) oraz ich przekształceń.

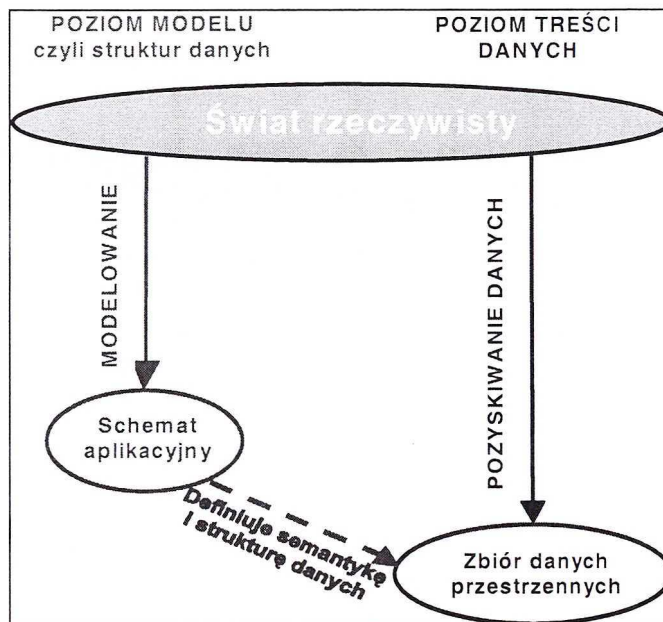
Taki tryb dostosowania i przekształcania schematów dopuszcza, by wszystkie trzy rodzaje schematów aplikacyjnych, a mianowicie schematy wewnętrzne „dostawcy” i „użytkownika” oraz schemat uzgodniony, były odmienne zarówno co do swych struktur, środków formalnych zapisu, jak i treści, ponieważ uzgodniony schemat aplikacyjny, sformułowany w myśl omawianej metodyki:

- 1) umożliwiał „użytkownikowi” zastosowanie własnych form organizacji danych (tj. własnych struktur, formatów, kodów, itp.) do danych otrzymanych od „dostawcy”;
- 2) może być zapisany w formach zrozumiałych w zróżnicowanych środowiskach „dostawcy” i „użytkownika”, czyli może być przetwarzany za pomocą ich własnych indywidualnych środków sprzętowych i programowych.

Rysunek 2 ilustruje podstawowy dualizm procesu opisywania świata rzeczywistego, a mianowicie poziom modelowania struktur informacyjnych oraz poziom pozyskiwania i rejestracji treści danych. Schemat aplikacyjny jest tą formą, w której wyraża się model strukturalny wybranego fragmentu rzeczywistości, który z kolei jest niezbędny dla rejestracji pozyskanych danych.

Budowa schematu aplikacyjnego jest procesem, na który składają się następujące etapy:

- ściśle sformułowanie przedmiotu i zakresu modelowania oraz przegląd uwarunkowań zewnętrznych i wymagań użytkowników w danej dziedzinie zastosowań;
- modelowanie pojęciowe, polegające na sformułowaniu głównych encji, związków, atrybutów i ograniczeń w ustalonym zakresie przedmiotowym modelowania w postaci schematu semantycznego;



Rys. 2. Rola schematu aplikacyjnego

– powiązanie (czyli integracja) tak powstałego modelu ze schematami pojęciowymi zawartymi w normach do postaci kompletnego schematu aplikacyjnego.

W pierwszym etapie chodzi o sprecyzowanie, wychodząc od potrzeb przyszłych użytkowników, przedmiotu, celów i funkcji, jakie mają być pełnione przez przyszłe realizacje systemowe oparte na projektowanym schemacie aplikacyjnym. Jest to bodaj najważniejszy element uzgodnień co do koncepcji systemu informacji geograficznej dla określonego zakresu przedmiotowego w gronie jego projektantów oraz potencjalnych administratorów i użytkowników. Koncepcja ta winna uwzględniać m.in. przyszły rozwój systemu, tj. możliwość jego rozbudowy zarówno o nowych użytkowników, nowe związki z innymi systemami, jak i o nowe typy danych w miarę pojawiających się nowych zadań i funkcji. Warunkiem takiego swobodnego rozwoju, w uzgodnionych ramach, schematu aplikacyjnego, jest otwarty charakter koncepcji, który przejawia się głównie w modularnej strukturze przyszłych realizacji. Pozwala to projektować pewien standardowy (ew. podlegający normalizacji) schemat aplikacyjny jako wzorzec dla przyszłych oddzielnych i niezależnych ogniw realizacyjnych¹⁵. Całość koncepcji systemu winna być opracowana

¹⁵ Alternatywna wobec struktury modularnej sztywna struktura hierarchiczna nie tylko prowadziłaby, poprzez wynikające z niej zcentralizowane zarządzanie, do znacznych ograniczeń co do funkcjonalności oraz możliwości modyfikacji i rozwoju systemu, lecz także oznaczałaby konieczność opracowania wysoce złożonego (nawet gigantycznego) schematu aplikacyjnego o sztywnej strukturze, przeznaczonego dla jednostkowej, ale również złożonej, wielopoziomowej i wielogłębiowej, jego realizacji. W koncepcji modularnej natomiast schemat aplikacyjny może mieć znacznie prostszą i otwartą strukturę oraz jest ukierunkowany na realizację w wielu samodzielnych ośrodkach.

i uzgodniona według znormalizowanej metodologii oraz wyrażona i udokumentowana za pomocą stosownych i również znormalizowanych środków formalnych (tj. także jako ogólny zarys schematu lub zespołu schematów typu SCHEMA w języku EXPRESS i jego notacji graficznej EXPRESS-G).

W etapie drugim następuje stopniowe uszczegółowienie powstającego schematu do postaci schematu semantycznego, będącego głównym składnikiem schematu aplikacyjnego formułowanym przez użytkownika. Etap ten obejmuje (zob. p. 2.2):

- zidentyfikowanie i sklasyfikowanie głównych obiektów w określonym zakresie przedmiotowym modelu jako encji (także w sensie ENTITY w języku EXPRESS), w tym: przypisanie nazw ogólnych i indywidualnych poszczególnym encjom, ściśle zdefiniowanie encji, zidentyfikowanie synonimów i homonimów, opracowanie dokumentacji encji i słownika terminologicznego w zakresie danego schematu;
- wyszczególnienie związków i atrybutów dla poszczególnych encji, które obejmuje zidentyfikowanie i skompletowanie (bez powtórzeń) związków pomiędzy encjami i przypisanie tym związkom stosownej formy spośród form jest oraz posiada (zob. p. 2.2), itp.; w przypadku atrybutów zaś chodzi m.in. o przypisanie im stosownych typów (w sensie języka EXPRESS) oraz o wyszczególnienie atrybutów uznanych za pierwotne, tj. takich, których wartości pozwalają wyznaczyć wartości atrybutów pochodnych; w obu przypadkach związki i atrybuty winny być odpowiednio zdefiniowane i udokumentowane;
- sformułowanie ograniczeń nakładanych na związki i wartości atrybutów.

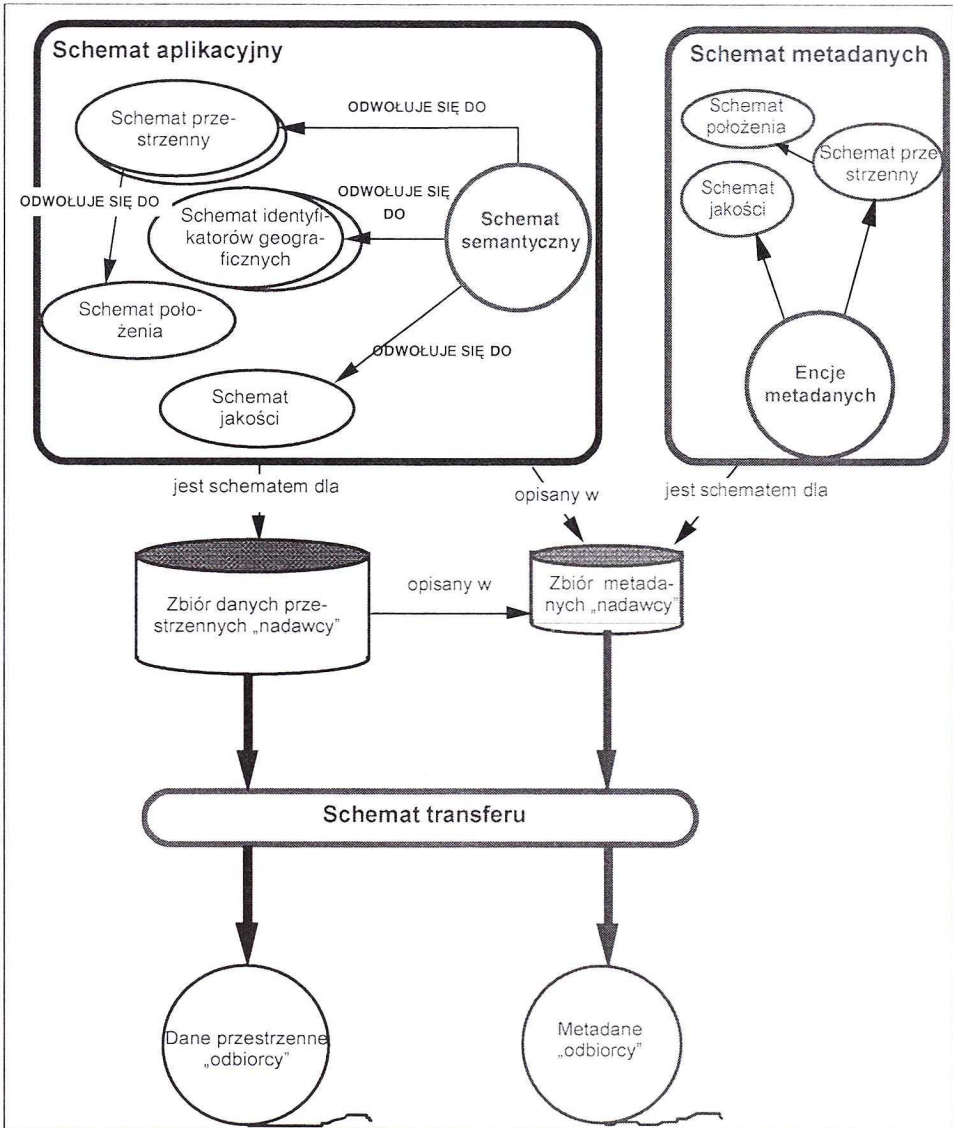
Wynikiem tego etapu jest schemat semantyczny danego modelu sformułowany w formie poglądowej jako diagram (zespół diagramów) w notacji EXPRESS – G oraz w formie kompletnej, podlegającej formalnej kontroli poprawności za pomocą stosownego oprogramowania, jako schemat SCHEMA (lub schematy) w języku EXPRESS.

W obu powyższych etapach budowy schematu aplikacyjnego występuje znaczny ładunek twórczy (konstruktywny, koncepcyjny, kreatywny), właściwy wszelkim pracom inżynierskim typu projektowego, któremu towarzyszy z natury subiektywizm autora (lub zespołu autorskiego) co do podejmowanych rozwiązań. Oznacza to, że, na przykład, w pierwszym etapie te same założenia wstępne mogą doprowadzić do powstania odmiennych koncepcji systemu. Każda z tych koncepcji zaś może być w etapie drugim punktem wyjścia dla odmiennych rozwiązań szczegółowych w schemacie semantycznym¹⁶. Stwarza to problem jakościowych ocen i porównania różnych wariantów projektu, do czego pewne wskazówki metodologiczne (w części nienormatywnej) zawiera omawiana norma ENV 13376:1999 (CEN, 1999).

Etap trzeci polega na połączeniu schematu semantycznego użytkownika ze stosownymi fragmentami znormalizowanych schematów pojęciowych dotyczących geometrii i topologii (norma ENV 12160), bezpośrednich (ENV 12762) i pośrednich (ENV 12661) lokalizacji geograficznych oraz jakości danych (ENV 12656) do postaci kompletnego

¹⁶ Np. te same elementy świata rzeczywistego mogą być, w zależności od indywidualnych koncepcji projektowych i wizji projektanta, „odwzorowane” w schemacie semantycznym jako encje, atrybuty bądź relacje.

schematu aplikacyjnego, umożliwiającego jego pełną realizację narzędziową. Omawiana norma ENV 13376:1999 (CEN, 1999) przedstawia zarówno odpowiednie do tego celu konstrukcje języka EXPRESS, jak też szczegółowe metody wykorzystania powyższych norm na zasadzie podobnej, jak w programach obliczeniowych wykorzystuje się składniki bibliotek algorytmów.



Rys. 3. Współdziałanie różnych schematów znormalizowanych oraz schematu semantycznego w celu sformułowania schematu aplikacyjnego, schematu metadanych oraz schematu transferu [na podstawie (CEN, 1999)]

Jak wynika z rys. 3, z pojęciowym schematem aplikacyjnym stowarzyszone są schematy pojęciowe metadanych i transferu. Pierwszy z nich opisuje strukturę odpowiednio sformalizowanego zbioru danych charakteryzujących i dokumentujących dane geograficzne (zarejestrowane w bazie danych opisanej przez schemat aplikacyjny). Schemat metadanych (zob. CEN, 1996c) składa się z podobnych elementów, jak schemat aplikacyjny, tj. obejmuje zaprojektowany przez użytkownika norm strukturalny zbiór encji metadanych wraz z ich relacjami i atrybutami, który podlega powiązaniu (integracji) ze znormalizowanymi schematami pojęciowymi (bądź ich fragmentami) położenia, jakości oraz geometrii. Do budowy schematu metadanych mają zastosowanie te same środki metodologiczne i formalne (m.in. język EXPRESS), jak w przypadku schematu aplikacyjnego.

Transferowi danych podlega ogólnie zarówno sam zbiór konkretnych danych geograficznych, jak i zbiór metadanych. Na ten ostatni składa się schemat aplikacyjny, opisujący strukturę i semantykę danych geograficznych, oraz schemat metadanych. Metoda transferu jest sformułowana w normie ENV 12658 (zob. CEN, 1996b) za pośrednictwem schematów transferu i ich mechanizmów implementacyjnych oraz reguł kodowania danych. Norma podaje reguły budowy tych czynników w kategoriach ogólnych: do budowy i opisu schematów transferu wykorzystuje się język EXPRESS, podczas gdy reguły kodowania oparte są na normie ISO 10303-21:1994¹⁷ oraz języku EDIFACT według normy EN 29735.

2. Realizacja narzędziowa modelu

Główne zasady metodologiczne przekształcenia zintegrowanego schematu aplikacyjnego bazy danych na schemat fizyczny, będący realizacją tej bazy za pomocą pewnego konkretnego systemu narzędziowego¹⁸, przedstawione zostały przez E. Wysocką w pracy (Pachelski, Wysocka; 1999). Tytułem przykładu podano w niej opis realizacji pewnego fikcyjnego schematu semantycznego bazy danych katastralnych, zapisanego jako diagram związków encji w notacji EXPRESS-G (zob. Załącznik A), na platformie sprzętowej wyposażonej w pakiet programowy MGE (Modular GIS Environment) Intergraph oraz w oprogramowanie relacyjnej bazy danych ORACLE. Niestandardowa w tym przypadku, bo związana z konkretnym narzędziem, metodyka realizacji schematu pojęciowego może być adaptowana zarówno do innych systemów narzędziowych, jak i do przedmiotowo innych typów baz danych geograficznych.

Istota realizacji danego schematu pojęciowego za pomocą oprogramowania ORACLE sprowadza się do wyrażenia poszczególnych elementów tego schematu za pomocą właściwego temu oprogramowaniu formalizmu, jakim w tym przypadku jest język DDL (Data Definition Language) będący podzbiorem języka SQL (SQL, 1995). Poszczególnym encjom (wraz z atrybutami) schematu pojęciowego odpowiadają tabele fizycznej bazy danych w systemie ORACLE tak, że kolumny tabeli odpowiadają atrybutom encji, podczas

¹⁷ Norma ta pochodzi z tej samej rodziny norm, co język EXPRESS.

¹⁸ Zasady te wykraczają poza zakres omawianej rodziny norm.

gdy każdy wiersz tabeli odpowiada konkretnej treści danych w określonym przypadku (instancji danych). Każdą tabelę tworzy się za pomocą polecenia języka SQL o składni:

```
CREATE TABLE nazwa_tabeli (nazwa_kolumny_1 typ_danych [NOT NULL],  
                             nazwa_kolumny_2 typ_danych [NOT NULL],...);
```

tj. na przykład:

```
CREATE TABLE OSOBA (NAZWISKO CHAR(20) NOT NULL, IMIĘ CHAR(10)  
                    NOT NULL,  
                    NR_PESEL NUMBER(11), NIP CHAR(10), ADRES CHAR(40));
```

gdzie tabela (encja) OSOBA posiada atrybuty: NAZWISKO, IMIĘ, NR_PESEL, NIP, ADRES.

Relacjom pomiędzy encjami odpowiadają w bazie danych ORACLE powiązania pomiędzy tabelami, które są identyfikowane poprzez identyczne atrybuty różnych tabel i wyrażane w języku SQL za pomocą polecenia SELECT. Na przykład, jeżeli encja osoba posiada prawo rzeczowe (czyli jest w pewnym związku z encją prawo rzeczowe), to w tabeli OSOBA musi istnieć kolumna (atrybut) identyczna z pewną kolumną (atrybutem) tabeli PRAWO_RZECZOWE. Powiązanie takich kolumn różnych tabel opisują polecenia SELECT języka DDL.

Oprogramowanie MGE Intergraph, współpracujące z ORACLE w realizacji systemów informacji geograficznej, umożliwia wprowadzanie, wizualizację (przedstawienie graficzne) i analizę tych elementów relacyjnej bazy danych, które mają reprezentacje graficzne. Wymaga to przede wszystkim wyodrębnienia w schemacie aplikacyjnym encji mających (bądź mogących mieć) takie reprezentacje. Dla encji tych tworzy się graficzną bazę danych również jako bazę relacyjną, przy czym każda z tych encji musi być zdefiniowana – za pomocą odpowiednich poleceń MGE – jako jedna z następujących konstrukcji geometrycznych: punkt, linia, granica obszaru (tj. zbiór linii, którego elementy nie mogą się powtarzać), centroid (in. środek ciężkości obszaru), etykieta, bądź obiekt niezdefiniowany. W omawianym przykładzie encjami takimi są: PUNKT_GRANICZNY, LINIA_GRANICZNA, DZIAŁKA, DZIAŁKA_HIPOTECZNA, BUDYNEK, UŻYTEK_GRUNTOWY, KONTUR_KLASYFIKACYJNY. Poszczególne obiekty klasyfikuje się według ich kategorii, z których każda odpowiada jednej warstwie topologicznej. Analizy geograficzne polegają m.in. na nakładaniu na siebie różnych kategorii – warstw topologicznych w wyniku czego mogą powstawać nowe warstwy.

Współdziałanie graficznej bazy danych MGE z relacyjnymi bazami danych ORACLE umożliwia łączne wykonywanie dostępnych w nich operacji i analiz. Przede wszystkim możliwe są operacje łączenia tabel ORACLE i obiektów MGE oraz tworzenie perspektyw, uwzględniających zarówno elementy semantyczne schematu aplikacyjnego, jak też jego elementy geograficzne – graficzne. Poprzez kojarzenie takich tabel i obiektów (za pomocą poleceń SELECT i JOIN) dostępne są proste i złożone analizy geograficzne. Oprog-

ramowanie MGE umożliwia prezentowanie tych ostatnich w postaci map tematycznych, zestawień i raportów.

Należy podkreślić, że znormalizowane (stałe) składniki schematu aplikacyjnego i schematu metadanych, jakimi są odpowiednie fragmenty schematu jakości oraz schematu geograficznego, schematu położenia i schematu identyfikatorów geograficznych, mogą być jednorazowo adaptowane do danej platformy sprzętowo-programowej i być wykorzystywane do realizacji różnych schematów aplikacyjnych na tej platformie.

Przytoczoną powyżej drogę narzędziowej realizacji schematu pojęciowego można uogólnić jako formę budowy kompatybilnych aplikacji GIS, niezbędnych dla efektywnego transferu danych, w kilku typowych sytuacjach, m.in.:

- 1) realizacja pewnego wzorcowego schematu pojęciowego za pomocą różnych narzędzi sprzętowo-programowych i w różnych środowiskach instytucjonalnych;
- 2) realizacja schematów pojęciowych pochodzących z różnych źródeł na tej samej platformie, oraz
- 3) jako kierunek harmonizacji istniejących aplikacji GIS.

W pierwszym przypadku chodzi o wypracowanie i uzgodnienie wzorcowych schematów pojęciowych, przeznaczonych do wielorakich niezależnych realizacji w odmiennych środowiskach. Do grupy tej należą m.in. części składowe państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego jak: kataster, mapa zasadnicza, geodezyjna ewidencja sieci uzbrojenia terenu, osnowy geodezyjne i inne.

Drugi przypadek obejmuje natomiast sytuacje, kiedy wypełnienie określonego zadania bądź funkcji systemu informacji geograficznej wymaga skojarzenia i łącznego opracowania danych pochodzących z co najmniej dwóch odmiennych przedmiotowo, narzędziowo i instytucjonalnie baz danych. Realizacja schematu pojęciowego „obcej” bazy danych (bądź jego fragmentu), na „własnej” platformie narzędziowej pozwala najpierw dokonać „importu” samych danych bez zmiany ich składni (struktur, formatów, kodów, itp.), a następnie wykorzystać „własne” środki programowe, z uwzględnieniem aspektów znaczeniowych danych, do odpowiedniego przekształcenia tych danych do „własnej” składni.

Trzecia sytuacja sprowadza się właściwie do tego, by każdą z istniejących już aplikacji, jakie mają podlegać uzgodnieniu, udokumentować niejako „wstecz” za pomocą schematu pojęciowego, przy wykorzystaniu znormalizowanych metod i środków formalnych (czyli norm CEN i języka EXPRESS). Dokumentacja taka jest warunkiem koniecznym i wystarczającym do tego, by w odpowiednich ośrodkach realizacyjnych były dostępne i rozumiane informacje o strukturach „obcych” baz danych, co w konsekwencji winno umożliwić efektywny transfer danych tak, jak w przypadku drugim powyżej. Niezależnie od tego takie schematy pojęciowe oddzielnych aplikacji mogą podlegać stosownym uzgodnieniom, ewentualnie prowadzącym do wypracowania schematów wzorcowych, same aplikacje zaś (schematy fizyczne baz danych), z kolei, odpowiednim modyfikacjom.

3. Cele i warunki wprowadzenia rozwiązań metodologicznych CEN

Jak starałem się wykazać w poprzednich częściach niniejszego opracowania, dotychczasowy żywiolowy i chaotyczny rozwój GIS w Polsce wynika z braku odpowiednio wypracowanych i uzgodnionych koncepcji projektowych w kategoriach ogólnych w poszczególnych środowiskach przedmiotowych, administracyjnych, realizacyjnych i innych, opartych na usystematyzowanych podstawach metodologicznych modelowania informacji geograficznej oraz wyrażonych za pomocą standardowych środków formalnych. Jednocześnie występuje wyraźne nasycenie tych środowisk wysoce sprawnymi i efektywnymi (w ograniczonym sensie), a także efektownymi, oraz „przyjaznymi” (dla projektanta jednostkowej aplikacji) narzędziami sprzętowo-programowymi.

Te ostatnie, jako powszechnie dostępne zaawansowane systemy narzędziowe GIS, pozwalają na ogół, wyręczając w znacznej mierze projektanta systemów, zaniedbać fazę ogólnego modelowania informacji i przejść od razu do budowania bazy danych w sposób ściśle podporządkowany danemu narzędziu. Oznacza to, że w omówionym wcześniej (p. 1) logicznym ciągu działań: identyfikacja uwarunkowań i zakresu przedmiotowego – projektowanie – realizacja – wdrożenie, dwie pierwsze fazy występują wyłącznie w aspektach lokalnych danego środowiska, bez uwzględniania innych potrzeb i możliwości współdziałania z innymi systemami. Faza trzecia nie jest zatem (bo nie może być) podporządkowana nieistniejącym ogólnym koncepcjom modelowym, uwzględniającym uwarunkowania zewnętrzne oraz ogólną metodologię i środki formalne. Wszystkie fazy są za to w znacznym stopniu uzależnione od specyficznych dla danego narzędzia i zawartych w nim niemodyfikowalnych ramowych koncepcji projektowych i rozwiązań szczegółowych. Każda powstała w takim trybie odrębna realizacja GIS wypełnia na ogół w sposób zadowalający lokalne potrzeby i cele, ale nie zapewnia efektywnej obustronnej komunikacji ze światem zewnętrznym. Tym samym, pomimo w zasadzie zaspokajania lokalnych potrzeb, dotychczasowy kierunek i formy rozwoju GIS w Polsce stoją w zasadniczej sprzeczności z istotą informacji geograficznej, jaką jest otwartość i wielorakość jej zakresów przedmiotowych oraz nieograniczony (w sensie technologicznym) do niej dostęp przez otwarte, tj. nie określone *a priori* i ustalone, grono użytkowników. Stąd budowane w ten sposób realizacje GIS nie mogą pełnić przypisanych im funkcji jako środka informacji, zarządzania, statystyki, planowania i innych, w szeroko rozumianym środowisku geograficznym, w skali wykraczającej poza wyizolowane i indywidualne zastosowania.

Sygnalizowana wcześniej i wynikająca stąd potrzeba wprowadzenia do powszechnego użytku w środowiskach projektantów, administratorów i użytkowników GIS ogólnej metodologii modelowania informacji geograficznej i uniwersalnych środków formalnych dla jej opisywania może być zaspokojona za pośrednictwem przedstawionych skrótowo w p. 2 powyżej środków metodologicznych i formalnych, zawartych w normach europejskich. Normy te pozwalają projektować i opisywać bazy danych geograficznych oraz procesy transferu danych w sposób uniwersalny i zrozumiały w środowiskach użytkowników tych danych oraz przez inne systemy informacyjne. Metodologia zawarta w omawianych normach umożliwia tworzenie i stały rozwój krajowego systemu informacji

geograficznej nie tylko spójnego wewnątrznie – tj. logicznie łączącego oddzielne aplikacje narzędziowe w różnych działach przedmiotowych, w różnych instytucjach i organizacjach oraz realizowane za pomocą odmiennych środków komputerowych – lecz także pozwalającego kojarzyć ze sobą różne warstwy tematyczne informacji geograficznej oraz innych systemów informacyjnych, jak również zapewniającego podobną kompatybilność z systemami informacyjnymi innych krajów. Technologicznie takie współdziałanie systemów informacyjnych jest realizowane poprzez wieloaspektowy transfer danych, którego oczywistym warunkiem koniecznym jest stosowanie zgodnych środków porozumiewania się ludzi i systemów.

Metodologia ta gwarantuje, pod warunkiem praktycznego stosowania omawianych norm, pełną integrację i wykorzystanie oddzielnych i funkcjonalnie niezależnych realizacji GIS w działalności gospodarczej na szczeblach rządowym i samorządowych oraz instytucji i osób prywatnych. Gwarantuje ona również uporządkowanie i stymulację zharmonizowanego rozwoju GIS przy zachowaniu i zapewnieniu samodzielności ośrodków realizacyjnych co do rozwiązań szczegółowych, jak też przy równoczesnej eliminacji rozwoju żywiołowego bez użycia środków administracyjnych.

Wprowadzenie tej metodologii może być najefektywniej, pod względem merytorycznym, ekonomicznym i czasowym, dokonane poprzez:

- normalizację krajową, na którą składa się opracowanie i ustanowienie Polskich Norm opartych na dokumentach normalizacyjnych CEN,
- upowszechnienie metodologii, zawartej w tych normach, w środowiskach projektantów, administratorów i użytkowników GIS, oraz
- wdrożenie tej metodologii do powszechnego stosowania.

Geodezyjne i kartograficzne podstawy informacji geograficznej czynią niezbywalną rolę środowiska geodezyjnego w procesie upowszechnienia i wdrożenia omawianej metodologii, jak też w zainicjowaniu i stymulacji procesu normalizacji w skali krajowej w Polsce (przy zachowaniu, oczywiście, roli formalno – prawnej Polskiego Komitetu Normalizacyjnego w tym procesie).

4. Stan krajowych prac normalizacyjnych

Ze standardem kojarzone jest na ogół pojęcie pewnego powszechnie uznawanego i stosowanego wzorca, ze standaryzacją zaś – całość działań zmierzających do opanowania, rozwinięcia, adaptacji, modyfikacji, opracowania i upowszechnienia takich wzorców jako optymalnych rozwiązań koncepcyjnych, teoretycznych, metodycznych i technologicznych. Istotnym w standaryzacji jest więc aspekt porządkowania określonej dziedziny, często realizowany poprzez normalizację, która wspomniane wzorce ustanawia jako normy. Te ostatnie, obok formy aktu prawnego i związanych z tym konsekwencji formalno – prawnych dla praktyki, w sposób precyzyjny definiują wzorce – standardy, czyli określone zasady, metody, środki, charakterystyki, itp., które często bez tej formy normatywnej byłyby takich definicji pozbawione. Ponieważ zarówno nieformalne standardy, jak i formalne normy, są nieodzowne dla wzajemnego rozumienia się i komunikowania

ludzi i systemów, takie komunikowanie się zaś jest immanentną cechą systemów informacji geograficznej, stąd standaryzacja i normalizacja są nie tylko najważniejszymi, ale wręcz naturalnymi formami i środkami porządkowania dziedziny geoinformatyki. W wielu krajach doprowadziło to do wypracowania pewnych rozwiązań wzorcowych i ustanowienia norm definiujących pojęcia, metody, schematy, modele, języki formalne itp., przeznaczone do ogólnego, tj. abstrahującego od konkretnych środków sprzętowych i programowych, opisu modeli danych geograficznych, sposobów dostępu do danych i ich przenoszenia (transferu), a także do opisu funkcji i procesów realizowanych na tych danych. Zwłaszcza ten wzorcowy charakter rozwiązań jest istotny w warunkach pojęciowego (tj. ogólnego, niezależnego od narzędzi realizacyjnych) projektowania baz danych dla wielu różnych aplikacji przedmiotowych w sposób zapewniający ich wzajemną kompatybilność.

Normalizacja w dziedzinie informacji geograficznej była do niedawna w Polsce przedmiotem działalności Podkomisji *Geodezyjne systemy informacji geograficznej* w ramach Normalizacyjnej Komisji Problemowej nr 255 ds. *Geodezji dla potrzeb budownictwa* Polskiego Komitetu Normalizacyjnego, od 1 czerwca 2001 r. jest zaś podporządkowana nowej Normalizacyjnej Komisji Problemowej nr 297 ds. *Informacji geograficznej*. NKP 297 ma za zadanie prowadzenie procesu normalizacyjnego zmierzającego do ustanowienia Polskich Norm w tej dziedzinie, obejmującego opracowanie projektów roboczych norm, kierowanie ich do ankietyzacji, wprowadzenie stosownych poprawek oraz opracowanie projektów norm do ustanowienia. Do zadań tej NKP należą również upowszechnianie norm w środowiskach krajowych oraz udział w pracach Komitetów Technicznych 287 CEN i 211 ISO. W ramach tych zadań NKP 297 doprowadziła już do ustanowienia Polskiej Normy PN-N-02270 *Informacja geograficzna – Systemy odniesienia – Bezpośrednie opisywanie położenia* (Polska Norma, 2000), jak też Polskiej Normy PN-ISO 10303-11 *Systemy i integracja automatyzacji przemysłowej – Reprezentacja i wymiana danych o produktach. Część 11 – Metody opisu: Podręcznik języka EXPRESS* (Polska Norma, 2001), będącej polskim przekładem normy ISO 10303-11 (ISO, 1994).

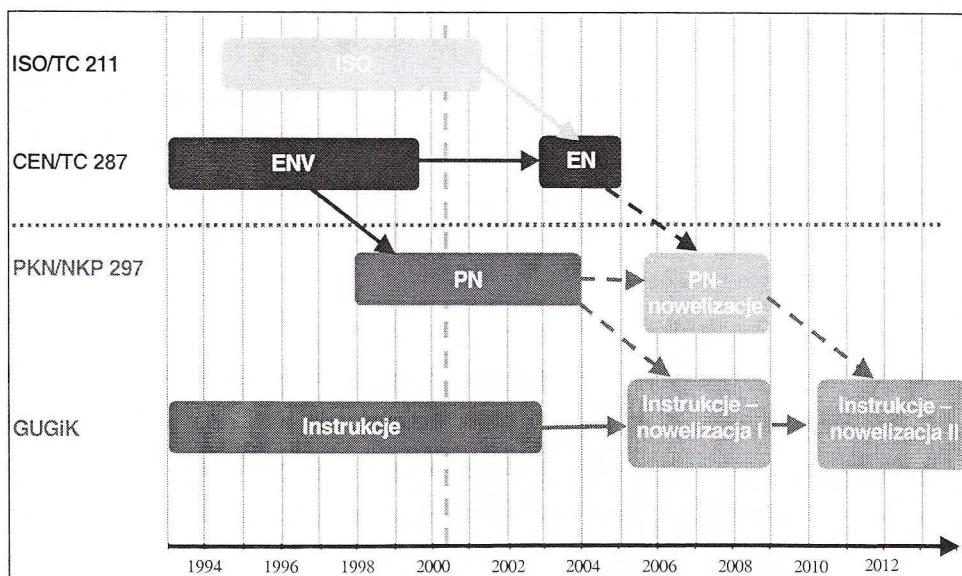
Jak wynika z poprzednich stwierdzeń, system norm dostępnych w Polsce w różnych dziedzinach, jest systemem hierarchicznym, na który składają się głównie:

- normy międzynarodowe ISO;
- dokumenty normalizacyjne europejskie CEN (oznaczone jako EN, ENV, HD, CR);
- Polskie Normy (PN) stanowione przez PKN;
- standardy niższego rzędu jak normy branżowe, instrukcje, przepisy techniczne itp., w tym np. w geodezji – instrukcje GUGiK.

Ponieważ system taki musi być wewnętrznie spójny, zachodzi konieczność dostosowania (harmonizacji) norm i standardów, przy czym zawsze normy niższego rzędu są dostosowane (adaptowane) do norm wyższego rzędu. Strukturę tę i kierunki harmonizacji i adaptacji norm w zakresie informacji geograficznej i w skali czasowej ilustruje schemat na Rys. 4. Poszczególnym grupom dokumentów przypisano skróty nazw organizacji odpowiedzialnych za ich merytoryczne opracowanie.

Schemat ten obrazuje naturalną logikę dostosowania norm europejskich do międzynarodowych, która uwzględnia zarówno fakt wcześniejszego ustanowienia norm CEN (niższego rzędu) niż ISO (wyższego rzędu), jak też poprzedzenie wersji finalnej EN norm CEN-owskich wersją wstępną ENV. Taki tryb postępowania umożliwia zebranie doświadczeń z praktycznego stosowania norm oraz daje czas na harmonizację z normami ISO.

Logika ta jest z kolei przeniesiona na grunt krajowy i wyraża postulowany proces dostosowania Polskich Norm do norm europejskich oraz sugestie dostosowania instrukcji GUGiK, jako „lokalnych” standardów wykonawczych, do kolejnych wersji PN (warto zauważyć, iż pomiędzy tymi instrukcjami a PN-ami istnieje podobna relacja, jak pomiędzy ENV-ami a normami ISO: regulacje niższego rzędu poprzedziły w czasie regulacje wyższego rzędu). Pilna potrzeba ustanowienia Polskich Norm w omawianej dziedzinie nie pozwala wstrzymać krajowego procesu normalizacyjnego do momentu ustanowienia norm finalnych EN, przewidując w zamian nowelizacje zarówno samych norm, jak i standardów (instrukcji) GUGiK na nich opartych.



Rys. 4. Strategia harmonizacji i adaptacji norm w zakresie informacji geograficznej

ZAKOŃCZENIE – POSTULOWANE PRZEDSIĘWZIĘCIA

Normy w dziedzinie informacji geograficznej pozwalają m.in. projektować i opisywać bazy danych geograficznych oraz procesy transferu tych danych w kategoriach geoinformatyki, w sposób powszechnie zrozumiały w szeroko pojmowanych środowiskach użytkowników tej informacji oraz przez inne systemy informacyjne. Takie formułowanie baz danych geograficznych oraz procesów ich transferu jest jednym z najważniejszych zadań geodezji stosowanej obecnie oraz jej produktem finalnym na użytek innych dziedzin.

Wspomniane wcześniej upowszechnianie, a następnie stosowanie tych norm, jest najtańszym i najbardziej efektywnym kierunkiem rozwoju systemów informacji geograficznej w Polsce. Zharmonizowane działania w tej mierze pozwolą zaoszczędzić znaczne środki wydawane obecnie na nieskoordynowaną budowę wyizolowanych aplikacji w oderwaniu od środowisk użytkowników, jak też na inne działania, których wyniki będą i tak wymagały dostosowania do norm europejskich (w związku z przyszłym członkostwem Polski w UE).

Formą stosowania norm winna być przede wszystkim budowa wzorcowych pojęciowych schematów aplikacyjnych w poszczególnych dziedzinach, ich uzgadnianie w stosownych kręgach użytkowników oraz realizacja systemowa w odpowiednich instytucjach. Metodologia zawarta w omawianych normach pozwala również na efektywną harmonizację (tj. doprowadzenie do wzajemnej spójności) już istniejących aplikacji i baz danych geograficznych, jak też na łączne wykorzystywanie danych pochodzących z różnych źródeł.

W tym zakresie za trudne do przecenienia role należy uznać:

- rolę państwowej służby geodezyjnej i kartograficznej w zakresie merytorycznego wdrożenia i upowszechnienia norm europejskich i międzynarodowych w dziedzinie informacji geograficznej, także (przede wszystkim!) w środowiskach niegeodezyjnych, jak też w zakresie budowy wzorcowych schematów aplikacyjnych;
- rolę geodezyjnych środowisk akademickich w zakresie włączenia do programów nauczania nowoczesnej i uniwersalnej (niezależnej od platform sprzętowych) metodologii geoinformatyki w celu kształcenia wykwalifikowanych projektantów i administratorów systemów informacji geograficznej.

Dotychczasowy rozwój systemów informacji geograficznej w Polsce charakteryzuje znaczna dysproporcja pomiędzy różnymi stronami tego rozwoju: badawczą, edukacyjną i praktyczną. Duży zasób wiedzy przedmiotowej, dostępnej specjalistom z dziedzin geodezji, kartografii i geoinformatyki, nie znajduje jak dotąd na ogół właściwego przełożenia ani na projekty systemów informacji geograficznej o charakterze ogólnym, przeznaczone do implementacji w różnych środowiskach sprzętowo-programowych, ani też na większość programów edukacyjnych, w tym także w środowiskach pozauczelnianych. Istotną częścią tej wiedzy są metody, języki i środki formalne projektowania i opisu baz danych geograficznych, które nie są z reguły znane w środowisku praktyków. W tej sytuacji koncepcyjnie wartościowe nieraz aplikacje w jednostkowych i wyizolowanych środowiskach sprzętowo-programowych nie są dostępne szerszemu ogółowi, bo nie są opisane za pomocą środków standardowych, co jest ewidentnym marnotrawstwem myśli inżynierskiej. Nie należy natomiast do tej wiedzy podstawowej biegle nawet opanowanie zaawansowanych narzędzi sprzętowo-programowych, które jest często głównym przedmiotem programów nauczania. Ograniczone jest ono bowiem do wąsko wyspecjalizowanych schematów fizycznych baz danych i modeli funkcjonalnych poszczególnych narzędzi, nie uwzględnia natomiast formułowania koncepcji projektanta w kategoriach ogólnych.

Biegłe opanowanie podstawowych (ale nie tylko w sensie elementarnych) metod i środków geoinformatyki, w tym zwłaszcza przedstawionej w niniejszym opracowaniu metodologii modelowania informacji geograficznej, a także ich praktyczne stosowanie, jest bodaj najefektywniejszą (bez inwestycji aparaturowych) drogą przezwyciężenia impasu w tej dziedzinie. Winno ono przede wszystkim „uczynić” w formie schematów pojęciowych obecne wartościowe, ale wyizolowane, aplikacje GIS, a tym samym udostępnić je szerszemu ogółowi, poddać standaryzacji i adaptacji oraz umożliwić ich efektywne wykorzystanie i zgodne implementacje w innych środowiskach. Jedyne szeroko rozumiana edukacja – akademicka, podyplomowa, zawodowa, a także samokształcenie i inne formy – mogą doprowadzić do wykształcenia kwalifikowanej kadry projektantów i administratorów, a nie tylko operatorów, systemów informacji geograficznej, a tym samym utworzyć podstawę dla racjonalnego rozwoju systemów informacji geograficznej.

Nie można natomiast postulować rozwoju systemów informacji geograficznej poprzez standaryzację (często błędnie utożsamianą z unifikacją) platform sprzętowo – programowych, jak też specyficznych dla tych platform środków formalnych. Standardy takie powodowałyby bowiem nadmierne ograniczenie możliwości realizacyjnych użytkowników w warunkach znacznej różnorodności dostępnych platform oraz ich intensywnego rozwoju technologicznego. W konsekwencji powodowałyby to efekty przeciwne względem wymienionych powyżej, a mianowicie obniżenie efektywności budowy i funkcjonowania GIS oraz istotne zawężenie kręgu użytkowników.

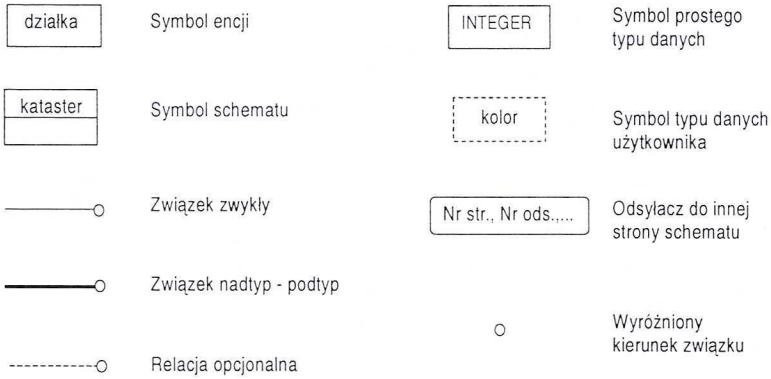
LITERATURA

- Baker R. (1996): *Case MethodSM – Modelowanie związków encji*. WNT, Warszawa.
- Baker R., Longman C. (1996): *Case MethodSM – Modelowanie funkcji i procesów*. WNT, Warszawa.
- Bartelme N. (1995): *Geoinformatik: Modelle, Strukturen, Funktionen*. Springer.
- Bernhardsen T. (1992): *Geographic Information Systems*. VIAK IT, Norwegia.
- Bill R. (1995): *Methodologies for System Design and Selection*. Rozdział 15 w: *Geographic Information Systems – Materials for a Post-Graduate Course*, Vol. 3 – GIS Organization, ed. A.U. Frank, Dept. of Geoinformation, Technical University, Vienna.
- CEN (1996a): *Geographic Information – Data description – Conceptual Schema Language*. CR 13568. AFNOR.
- CEN (1996b): *Geographic Information – Data description – Transfer*. CEN/TC 287 N 467.
- CEN (1996c): *Geographic Information – Data description – Metadata*. CEN/TC 287 N 469.
- CEN (1996d): *Geographic Information – Data description – Quality*. CEN/TC 287 N 466.
- CEN (1996e): *Geographic Information – Data description – Spatial schema*. Final Draft prENV 12160, CEN.
- CEN (1998): *Geographic Information – Referencing – Position*. ENV 12762. CEN.
- CEN (1999): *Geographic Information – Data description Rules for application schemas*. ENV 13376. CEN.
- Chowańska-Szwoch D., Pachelski W. (1998): *Szczegółowy program adaptacji do warunków krajowych norm europejskich w zakresie informacji geograficznej*. IGiK, Warszawa.
- Frank A. U. (1997): *Geographic Information Business in the Next Century*. In: (JEC-GI'97, 1997).
- Gaździcki J. (1990): *Systemy informacji geograficznej*. PPWK, Warszawa-Wrocław.
- Gaździcki J. (1995): *Systemy katastralne*. PPWK, Warszawa-Wrocław.
- ISO (1994): *Industrial automation systems and integration – Product data representation and exchange – Part 11: Description methods: The EXPRESS language reference manual*. ISO 10303-11.
- JEC-GI97 (1997): *Geographical Information '97*. Third Joint European Conference & Exhibition on Geographical Information, Vienna, Austria, 1997, S. Hodgson, M. Rumor, J.J. Harts (eds.). IOS Press.

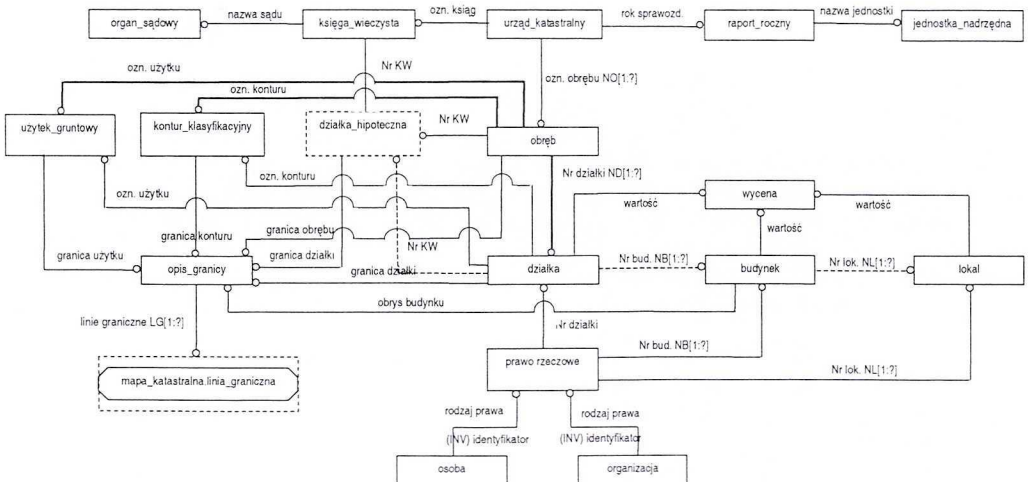
- Longley P. A., Goodchild M. F., Maguire D. J., and Rhind D. W. (1999): *Geographical Information Systems*, John Wiley & Sons, Inc.
- Miksa K. (1997): *Niektóre zagadnienia modelowania transferu danych geograficznych*. W: *Seminarium* (1997)
- Pachelski W. (1995): *Standaryzacja danych geograficznych w Polsce: propozycje pilnych przedsięwzięć*. IV-ta Konf. PTIP'95, Warszawa.
- Pachelski W. (1995): *Standaryzacja: miejsce i zakres w systemach informacji geograficznej*. Mat. Konf. *Systemy informacji geograficznej*, Kraków.
- Pachelski W. (1996a): *On a methodology and a formal language for describing spatial data*. V-te Seminarium *European Land Information Systems '96*, Warszawa. Również w wersji polskiej: *Metodologia i język opisu danych geograficznych* (według CEN). V-ta Konf. PTIP'96, Warszawa.
- Pachelski W. (1996b): *Aspekty metodyczne projektowania baz danych geograficznych*. W: (*Seminarium*, 1997)
- Pachelski W. (1997a): *Conceptual schema of the Polish cadastral data base*. Proc. JEC-GI'97 – Wiedeń 1997, IOS Press.
- Pachelski W. (1997b): *Schemat pojęciowy bazy danych katastralnych*. VI-ta Konf. PTIP'97, Warszawa, czerwiec 1997.
- Pachelski W. (1997c): *Tendencje i prognozy rozwojowe metodyki systemów informacji geograficznej oraz ich zastosowań*. Konf. *Geodezja i kartografia u progu XXI wieku*, Warszawa, 25–27 września 1997 r.
- Pachelski W. (1997d): *Wzorcowe środki formalne systemów informacji o terenie*. Raport z realizacji projektu badawczego KBN Nr 9 S605 003 07, IGIK, Warszawa.
- Pachelski W. (1998a): *GIS methodology and applications: tendencies and predictions of development*. Geodezja i Kartografia, t. XLVII, z. 1–2, ss. 109–126.
- Pachelski W. (1998b): *Aktualny stan standaryzacji i normalizacji SIT*. Mat. Konf. *Zagregowany SIT w zreformowanej administracji*. Ostróda – Mierki, 17–19 września 1998 r.
- Pachelski W. (1999a): *Krajowe prace normalizacyjne w zakresie informacji geograficznej*. Konferencja nauk.-techn. *Lokalny GIS dla miasta Olsztyna*, Olsztyn, 16–18 września 1999 r.
- Pachelski W. (1999b): *Rola norm europejskich i krajowych w modernizacji polskiego katastru*. VIII Konferencja Naukowo-Techniczna z cyklu *Kataster Nieruchomości na temat Od ewidencji gruntów do katastru nieruchomości*, Kalisz, 23–25 września 1999 r.
- Pachelski W., Chowańska-Szwoch D., Cichociński P., Eckes K., Miksa K., Pietrzak E., Szeliga K. (1997): *Metody projektowania i środki opisu systemów informacji o terenie*. Geodezja i Kartografia, t. XLVI, z. 4, ss. 345–380.
- Pachelski W., Wysocka E. (1999): *Standaryzacja systemów informacji geograficznej: Teoria i praktyka*. Prace IGIK.
- Pawlak Z. (1983): *Systemy informacyjne – Podstawy teoretyczne*. WNT, Warszawa.
- Polska Norma (2000): PN-N-02270:2000: *Informacja geograficzna – Systemy odniesienia – Bezpośrednie opisywanie położenia*. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa.
- Polska Norma (2001): PN-ISO 10303-11:2001: *Systemy i integracja automatyzacji przemysłowej – Reprezentacja i wymiana danych o produktach. Część 11 – Metody opisu: Podręcznik języka EXPRESS*. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa.
- Salgé F. (1999): *National and international data standards*. W: (Longley et al., 1999), ss. 693 – 706.
- Schenk D.A., Wilson P.R. (1994): *Information Modelling: the EXPRESS Way*. Oxford Univ. Press, New York – Oxford.
- Seminarium (1997): *Materiały z seminarium Sekcji Informatyki Geodezyjnej i Kartograficznej nt. „Modelowanie danych geograficznych”*, Warszawa, grudzień 1996. Wyd. IGIK.
- SQL (1995): *SQL – Język relacyjnych baz danych*. WNT, Warszawa.
- SWING (1995): *System Informacji o Terenie, Standard Wymiany Informacji Geodezyjnej*. Państwowa Służba Geodezyjna i Kartograficzna, Warszawa.
- Ullman J.D. (1988): *Systemy baz danych*. WNT, Warszawa.
- Wirth N. (1980): *Algorytmy + Struktury Danych = Programy*. WNT, Warszawa.

Załącznik A

Notacja graficzna EXPRESS-G



Rys. A. 1. Podstawowe symbole notacji EXPRESS-G



Rys. A. 2. Przykładowy schemat aplikacyjny bazy danych katastralnych zapisany w notacji EXPRESS-G

Załącznik B

Przykład opisu danych w języku EXPRESS

Tabela B. 1. Przykładowy zapis fragmentu schematu pojęciowego katastru (opis działki) jako schemat w języku EXPRESS

<pre> SCHEMA schemat_opisu_dzialki; ENTITY punkt; x, y: REAL; END_ENTITY; ENTITY znak_graniczny; w_punkcie: punkt; numer_zg: numer_znaku; typ_zg: typ_znaku; END_ENTITY; ENTITY linia_graniczna; SUPERTYPE OF (ONEOF (granica_nat, granica_prawna)); od_znaku, do_znaku: znak_graniczny; INVERSE występuje_w: SET [1:?] OF dzialka FOR granica; WHERE w1: od_znaku :<>: do_znaku; END_ENTITY; ENTITY dzialka; punkt_odniesienia: punkt; granica: LIST[2:?] OF UNIQUE linia_graniczna; powierzchnia_rej: powierzchnia; numer: numer_dzialki; zabudowania: uzytek_w_dzialce; grunty_orne: uzytek_w_dzialce; lasy: uzytek_w_dzialce; nieuzytki: uzytek_w_dzialce; DERIVE powierzchnia_obl: powierzchnia := oblicz_pow_dzialki (SELF) WHERE w1: granice_tworza_wielobok (granica); w2: (ABS powierzchnia_rej_powierzchnia_obl) <= powierzchnia_rej*0.05); w3: (zabudowania+grunty_orne+lasy+nieuzytki) =powierzchnia_rej END_ENTITY; END_SCHEMA; </pre>	<p>Początek deklaracji schematu.</p> <p>Deklaracja encji o nazwie punkt, której atrybutami są współrzędne x i y, obie typu REAL. Inne pominięte tu deklaracje winny szczegółowo opisać te współrzędne, np. co do układu odniesienia.</p> <p>Ta encja zawiera trzy atrybuty: $w_punkcie$, $numer_zg$ i typ_zg, opisujące lokalizację znaku granicznego oraz jego numer i typ. Typy tych atrybutów winny być zadeklarowane oddzielnie (tutaj pominięto deklaracje typów $numer_znaku$ i typ_znaku).</p> <p>Encja $linia_graniczna$ jest nadrzędna względem encji $granica_nat$ i $granica_prawna$, tutaj pominiętych. Encja ta posiada dwa atrybuty, które odpowiadają znakowi początkowemu i końcowemu linii, oba typu $znak_graniczny$. Jej dziedzinę ogranicza się do atrybutu $granica$ w zbiorze encji $dzialka$ (p. niżej) oraz dodatkowym warunkiem, że znaki początkowy i końcowy linii nie mogą być tym samym znakiem (symbol $:<>:$).</p> <p>Główna encja niniejszego opisu, zawierająca wymienione atrybuty jawne o podanych i niezależnie zadeklarowanych typach, przy czym atrybut $granica$ jest zadeklarowany jako lista nie powtarzających się danych typu encji $linia_graniczna$.</p> <p>Oprócz atrybutów jawnych występuje atrybut pochodny $powierzchnia_obl$ typu $powierzchnia$, który ma być wyliczony za pomocą zadeklarowanej funkcji $oblicz_pow_dzialki$.</p> <p>Dziedzina ważności atrybutów jest ograniczona warunkami $w1$, $w2$ i $w3$, które przewidują: wywołanie funkcji standardowej ABS, wywołanie innych funkcji zadeklarowanych w schemacie oraz wykonanie pewnych operacji arytmetycznych i operacji relacji. Wyliczona wartość każdego z tych warunków musi być TRUE, by konkretne wartości atrybutów mogły należeć do tak opisanej bazy danych.</p> <p>Inne specyfikacje. Koniec deklaracji schematu.</p>
--	---

Wojciech Pachelski

**Geographic information:
Fundamentals of modelling according to European and National Standards**

S u m m a r y

The paper gives a strategy of geographic information modelling, being comprised in the European Standards (as formulated by the CEN/TC 287) and also subjected to national standardisation. Main goals of the standardisation are formulated, which include proper arrangement of this domain, as well as formation of prerequisites for reasonable development of GIS in diversified environments. The last one is necessary to provide effective transfer of geographic data between different GIS installations. There are formulated and defined basic concepts of information modelling, such as conceptual schema, application schema, entity – relationship method, as well as of the EXPRESS language, being the main formal means of the presented methodology. The present state of the national standardisation activities is outlined.

Войцех Пахельски

**Географическа информация:
Основы моделирования по европейским и отечественным стандартам**

Р е з ю м е

В работе представлена стратегия моделирования географической информации, которая содержится в европейских стандартах в этой области, разработанных CEN/TC 287, и которая является предметом отечественной стандартизации. Представлены главные цели этой стандартизации, которые заключают в себе приведение в порядок данной области, а также создание предпосылок для рациональной гармонизации практических решений географической информационной системы в условиях неоднородного оборудования и программного обеспечения, а также неоднородной предметной, институциональной и других средах, обуславливающих эффективную передачу данных (трансфер данных) между отдельными реализациями. Сформулированы и определены основные понятия из области моделирования информации, как на пример схема понимания, подготовительная схема, метод зависимостей сущностей, а также из области языка EXPRESS, составляющего главное формальное средство представленной методологии. Обсуждено состояние отечественных стандартных работ.