

ACTA SCIENTIARUM POLONORUM

Czasopismo naukowe założone w 2001 roku przez polskie uczelnie rolnicze

Geodesia et Descriptio Terrarum

Geodezja i Kartografia

Geodesy and Cartography

12 (3) 2013



Bydgoszcz Kraków Lublin Olsztyn
Poznań Siedlce Szczecin Warszawa Wrocław

Executive Board of *Acta Scientiarum Polonorum*

Jerzy Sobota (Wrocław) – Chairman

Józef Bieniek (Kraków), Barbara Gąsiorowska (Siedlce), Wiesław Nagórko (Warszawa),
Janusz Prusiński (Bydgoszcz), Ewa Sobecka (Szczecin), Krzysztof Szkucik (Lublin),
Waldemar Uchman (Poznań), Ryszard Żróbek (Olsztyn)

Scientific Board of *Geodesia et Descriptio Terrarum*

Andrzej Borkowski (Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Poland) – Chairman,
e-mail: andrzej.borkowski@up.wroc.pl

Aleksandra Bujakiewicz (Warsaw University of Technology, Poland), Roman Galas (Berlin
University of Technology, Germany), Wolfgang Keller (University of Stuttgart, Germany),
Paweł Wielgosz (University of Warmia and Mazury, Poland),
Josef Weigel (Brno University of Technology, Czech Republic)

Wojciech Dach (Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Poland) – Secretary
e-mail: wojciech.dach@up.wroc.pl

Covered by: Agro, Ulrich's Database, Copernicus Index, EBSCOhost, BazTech

ISSN 1644–0668 (print) ISSN 2083–8662 (on-line)

Print edition is an original (reference) edition

Cover design
Daniel Morzyński

English editor
Cathy Baldysz

Statistical editor
Andrzej Dąbrowski

Text editor
Ewa Jaworska, e-mail: ewa.jaworska@up.wroc.pl

© Copyright by Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Sopocka 23, 50–344 Wrocław, Poland
e-mail: wyd@up.wroc.pl <http://www.up.wroc.pl>

Printed: 150 + 16 copies Publishing sheets: 3,4 Printing sheets: 2,75
Druk i oprawa: Drukarnia PRINT Sp. j.
Z. Przyborowski, H. Ambroży
ul. Wykładowa 62, 51-520 Wrocław

Szanowni Państwo,

Przekazujemy Państwu kolejny zeszyt ACTA SCIENTIARUM POLONORUM Geodesia et Descriptio Terrarum, czasopisma naukowego wydawanego przez wszystkie polskie uczelnie rolnicze i przyrodnicze w 14 seriach. Seria Geodesia et Descriptio Terrarum ukazuje się nakładem Wydawnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

Czasopismo nasze publikuje oryginalne prace z zakresu szeroko rozumianej geodezji i kartografii oraz pokrewnych obszarów wiedzy, z naciskiem na aspekty praktyczne. Publikowane są zarówno oryginalne prace badawcze, jak i artykuły o charakterze monograficznym, w języku polskim lub angielskim, ze streszczeniami w obydwu językach, także wszystkie opisy rysunków i tabel są dwujęzyczne. Prace są recenzowane przez najlepszych specjalistów z danej dziedziny. Również w bieżącym numerze dominują prace o charakterze aplikacyjnym.

Od roku 2007 czasopismo wydawane jest jako kwartalnik. Szczegóły dotyczące przygotowania artykułu oraz wymogi redakcyjne można znaleźć na stronie www.acta.media.pl.

Zespół Redakcyjny

Dear Readers,

It is a great pleasure to introduce you to the next issue of ACTA SCIENTIARUM POLONORUM Geodesia Terrarum et Descriptio, a scientific journal published in cooperation with all the universities of environmental sciences in Poland. Geodesia et Descriptio Terrarum is produced by the publishing house of Wroclaw University of Environmental and Life Sciences.

The journal publishes original papers on surveying, mapping and related topics of interest with emphasis on practical aspects. The journal includes original research articles and monographs in Polish or English with abstracts, figures and table captions in both languages. The papers are reviewed by leading specialists in the field.

The journal has been published quarterly since 2007. Instructions for authors and editorial requirements can be found at www.media.pl

*With regards from,
The Editorial Team*

UMLOLOGIA W PRAKTYCE

Agnieszka Chojka¹, Zenon Parzyński²

¹Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

²Główny Urząd Geodezji i Kartografii w Warszawie; Politechnika Warszawska

Streszczenie. Po uchwaleniu ustawy o infrastrukturze informacji przestrzennej, która jest transpozycją Dyrektywy INSPIRE, w znacznym stopniu wzrosło zainteresowanie modelowaniem pojęciowym, w tym językiem UML. Transpozycja to przystosowanie przepisów Dyrektywy do prawa krajowego, co z kolei pociąga za sobą konieczność nowelizacji wielu ustaw, w tym ustawy prawo geodezyjne i kartograficzne oraz powiązanych z nią rozporządzeń. Integralną częścią rozporządzeń opracowanych przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii są specyfikacje modeli pojęciowych w postaci m.in. schematów aplikacyjnych UML.

UML, czyli ujednolicony język modelowania, to standard służący do opisu świata obiektów w analizie i projektowaniu obiektowym. Jednocześnie jest to środek formalny modelowania informacji geograficznej zalecany przez normy ISO serii 19100. Umożliwia on zapis informacji geograficznej w sposób niezależny od platform sprzętowo-programowych, zapewniając tym samym interoperacyjność między różnymi systemami geoinformacyjnymi, a więc m.in. możliwość dokonania pomyślnej wymiany danych.

Na konkretnych przykładach (rozporządzeniach do ustawy *prawo geodezyjne i kartograficzne*, aktualnie opublikowanych na stronach GUGiK) autorzy wyjaśnią podstawowe zasady modelowania obiektowego, notacji UML oraz budowy schematów aplikacyjnych UML. Udowodnią również, że to wzmożone zainteresowanie UML'em można nazwać UMLologią.

Słowa kluczowe: UML, modelowanie pojęciowe, ISO 19100, INSPIRE

WSTĘP

Po uchwaleniu *Dyrektywy 2007/2/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 14 marca 2007 r. ustanawiającej infrastrukturę informacji przestrzennej we Wspólnocie Europejskiej (INSPIRE)* [Dyrektywa 2007], a w zasadzie po przyjęciu harmonogramu implementacji Dyrektywy w państwach członkowskich Unii Europejskiej, pewne określenia i pojęcia z tym związane zrobiły oszałamiającą karierę. Takimi określeniami są np. interoperacyjność, harmonizacja, UML, modele pojęciowe, normy ISO serii 19100 czy schematy aplikacyjne UML i GML. Metodologia tworzenia infrastruktury informacji przestrzennej kryjąca się pod tymi pojęciami stanowi fundament Dyrektywy INSPIRE i jej implementacji.

Jednym z głównych celów Dyrektywy jest utworzenie w poszczególnych państwach członkowskich infrastruktur informacji przestrzennej, które będą miały zdolność interoperacyjności, a więc możliwość łączenia zbiorów danych przestrzennych i usług bez konieczności ingerencji manualnej. Dodatkowo efekt tego połączenia będzie mieć tzw. wartość dodaną, czyli spójną i podwyższoną wartość wyniku.

Drogą do osiągnięcia interoperacyjności jest harmonizacja zbiorów danych przestrzennych. Oznacza ona zapewnienie wewnętrznej spójności logicznej i semantycznej poszczególnych modeli tematycznych (a przez to także danych zapisanych w zbiorach), jak również zapewnienie podobnej spójności pomiędzy nimi.

Jednym ze wspomnianych terminów, który cieszy się obecnie dużym zainteresowaniem, jest UML (ang. *Unified Modeling Language*), czyli zunifikowany (ujednolicony) język modelowania. Z punktu widzenia informatyki, a ściślej inżynierii oprogramowania, UML to standard opracowany przez OMG (ang. *Object Management Group*), służący do opisu świata obiektów w analizie i projektowaniu obiektowym. Z punktu widzenia informacji geograficznej to język schematu pojęciowego (ang. *conceptual schema language*), zalecany przez normy ISO serii 19100 środek formalny modelowania informacji geograficznej. UML umożliwia zapis informacji geograficznej (struktur danych przestrzennych) w sposób niezależny od platform sprzętowo-programowych, zapewniając tym samym interoperacyjność między różnymi systemami geoinformacyjnymi, a więc m.in. możliwość dokonania pomyślnej wymiany danych między tymi systemami.

MODELOWANIE POJĘCIOWE I JĘZYK UML

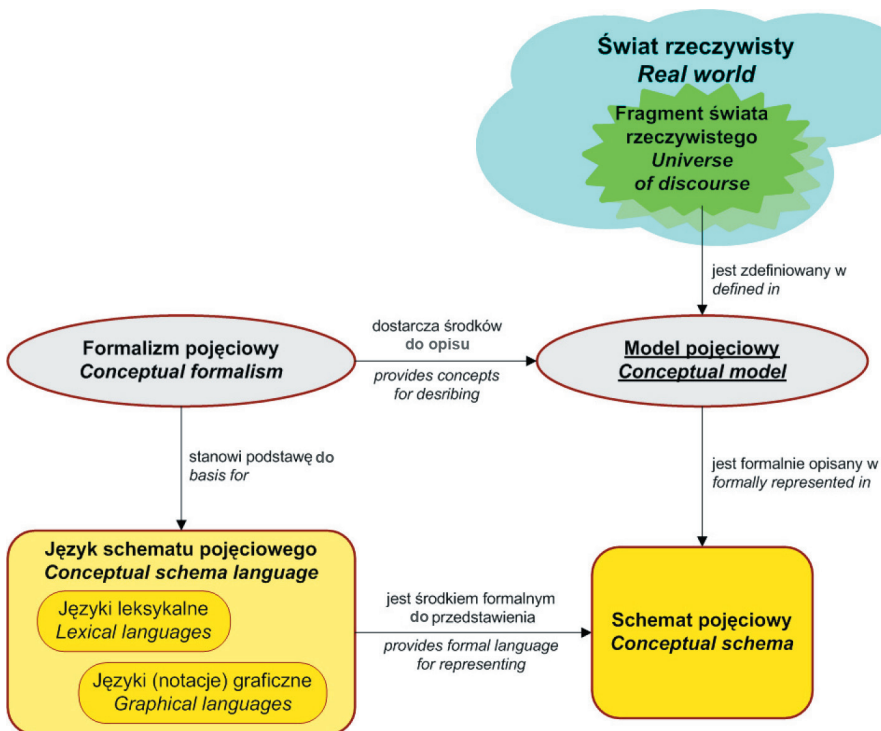
Modelowanie pojęciowe jest procesem, w trakcie którego powstaje abstrakcyjny opis danego fragmentu rzeczywistości – model pojęciowy (ang. *conceptual model*). Definiuje on podstawowe pojęcia z pewnej przestrzeni rozważań, a więc opisywany fragment jest ograniczony przestrzennie oraz przedmiotowo – przedstawia najczęściej występujące obiekty, ich właściwości i powiązania. Opis ten wyrażany za pomocą formalnego języka nazywany jest schematem pojęciowym (ang. *conceptual schema*) (rys. 1). Schemat pojęciowy ograniczony do konkretnego zakresu przedmiotowego, zwykle mający jedno konkretne zastosowanie, nazywany jest schematem aplikacyjnym (ang. *application schema*).

Schemat aplikacyjny stanowi podstawę pomyślnej wymiany danych, definiuje możliwą zawartość oraz strukturę danych przestrzennych. Powinien być zapisany w języku schematu pojęciowego UML, zgodnie ze standardami ISO/TS 19103 [ISO/TC 211

19103:2005] i ISO 19109 [ISO/TC 211 19109:2005], które określają zasady budowy schematów aplikacyjnych.

Specyfikacja techniczna ISO/TS 19103 definiuje tzw. profil UML w dziedzinie informacji geograficznej (geoinformatyki/geomatyki) dostosowany do norm ISO serii 19100 (przyjęta konwencja nazywania i modelowania pozostaje niezmienna w całej serii norm). Określa m.in. zasady definiowania klas, atrybutów, typów danych, operacji, związków i stereotypów.

Norma ISO 19109 podaje ogólne reguły budowy i dokumentowania schematów aplikacyjnych, w tym zasady modelowania pojęciowego obiektów oraz ich właściwości, reguły definiowania schematu aplikacyjnego za pomocą języka schematu pojęciowego, wyrażanie pojęć z modelu pojęciowego w postaci typów danych w schemacie aplikacyjnym oraz zasady integracji schematu aplikacyjnego ze znormalizowanymi schematami pojęciowymi informacji geograficznej.



Rys. 1. Modelowanie pojęciowe według normy PN-EN-ISO 19109 (źródło: PN-EN-ISO 19109:2009)

Fig. 1. Conceptual modeling according to PN-EN-ISO 19109 (source: PN-EN-ISO 19109:2009)

W modelowanej rzeczywistości wyróżnia się grupy obiektów, ich właściwości oraz związki łączące te obiekty. Modelowanie dotyczy wyłącznie poziomu typów i struktur danych, a nie konkretnych danych (treści). Utworzony model jest zapisywany w języku UML jako schemat aplikacyjny. Cechą charakterystyczną schematu aplikacyjnego jest jego niezależność od późniejszej implementacji.

Język UML służy do zapisu modeli dotyczących fragmentów otaczającej nas rzeczywistości, które powstały w wyniku modelowania pojęciowego. Jest językiem formalnym ze ściśle określonym alfabetem (składnią) oraz gramatyką (sposobem konstruowania modeli pojęciowych). UML jak każdy język posiada [Subieta 1999]:

- składnię (syntaktykę) – określa, jak wolno zestawiać ze sobą przyjęte oznaczenia;
- semantykę – uściśla, co należy rozumieć pod przyjętymi oznaczeniami;
- pragmatykę – wskazuje, w jaki sposób i do czego należy używać przyjętych oznaczeń.

Najważniejszym aspektem języka modelowania jest jego pragmatyka, która określa, jak do konkretnej sytuacji dopasować pewien wzorzec notacyjny. Jakakolwiek notacja nie ma większego sensu bez wiedzy o tym, w jaki sposób może być ona użyta w odniesieniu do pewnego zagadnienia (zakresu przedmiotowego).

Największą rolę w modelowaniu pojęciowym UML odgrywają diagramy strukturalne, a w szczególności diagramy klas. Stanowią one opisy zbiorów danych i zależności pomiędzy nimi. Podstawowymi elementami diagramów klas są: oznaczenia klas i związków pomiędzy nimi oraz oznaczenia pomocnicze (np. stereotypy, ograniczenia).

W tabeli 1 zostały wymienione główne składowe modelu UML zapisanego w postaci diagramu klas.

Tabela 1. Główne składowe diagramu klas UML (źródło: opracowanie własne)
Table 1. Main components of UML class diagram (source: own elaboration)

Opisywany świat Described World	UML UML
Obiekty o takich samych cechach Sites with the same characteristics	klasa class
Cecha charakterystyczna obiektu Characteristics of a site	atrybut attribute
Zależność między obiektami Relation between sites	związek relation

Najlepszym sposobem wyjaśnienia reguł budowy schematu aplikacyjnego UML są konkretne przykłady pokazujące UML w praktyce. Zostały one przedstawione i omówione w następnym rozdziale.

UML W PRAKTYCE – PRZYKŁADY

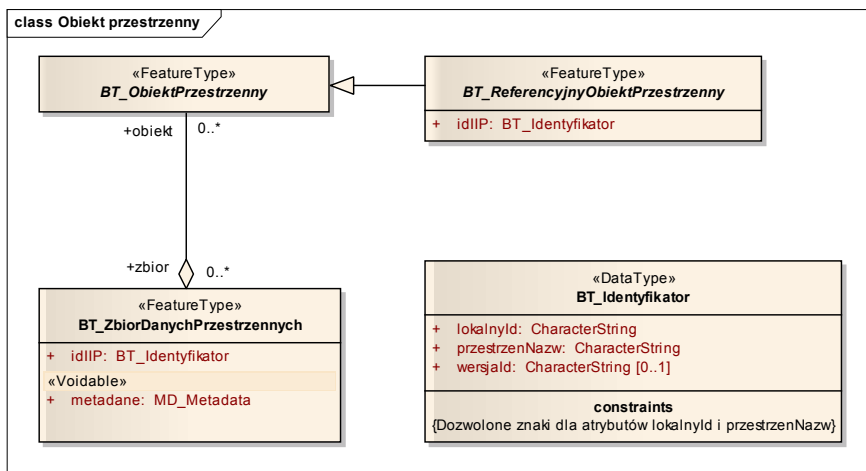
Polska, jako członek Unii Europejskiej, również została zobowiązana do implementacji Dyrektywy INSPIRE. W 2010 r. uchwalono ustawę o *infrastrukturze informacji przestrzennej*, która jest transpozycją Dyrektywy INSPIRE, czyli przystosowaniem przepisów Dyrektywy do prawa krajowego. To z kolei pociąga za sobą konieczność nowelizacji wielu ustaw, w tym ustawy *prawo geodezyjne i kartograficzne* z dnia 17 maja 1989 r. oraz konieczność zmiany odpowiednich rozporządzeń do powyższej ustawy, będących przepisami wykonawczymi. Mają one zastąpić instrukcje i wytyczne techniczne (często już przestarzałe) oraz sprostać wymaganiom Dyrektywy.

Część rozporządzeń do ustawy *prawo geodezyjne i kartograficzne* nie traci aktualności (np. uprawnienia zawodowe), niektóre wymagają zmian jak *rozporządzenie w spra-*

wie geodezyjnej ewidencji sieci uzbrojenia terenu czy rozporządzenie w sprawie bazy danych obiektów topograficznych, a inne wymagają opracowania od nowa.

Integralną częścią rozporządzeń opracowywanych przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii oraz publikowanych na stronach GUGiK są specyfikacje modeli pojęciowych, dla danych zakresów przedmiotowych, w postaci schematów aplikacyjnych UML, katalogów obiektów oraz schematów aplikacyjnych GML. Schematy aplikacyjne są przygotowywane zgodnie z normami ISO serii 19100 w dziedzinie informacji geograficznej, co ma zapewnić osiągnięcie interoperacyjności.

Poniżej przedstawiono fragment schematu aplikacyjnego UML (rys. 2), który pochodzi z *Modelu Podstawowego*, opracowanego na potrzeby harmonizacji rozporządzeń. Zebrane zostały w nim klasy, które będą wykorzystywane przy budowie schematów aplikacyjnych dla kolejnych rozporządzeń. Tak rozumiana harmonizacja oznacza taką samą definicję tych samych klas w różnych rozporządzeniach i jest osiągana poprzez kopiowanie definicji niezbędnych klas z *Modelu Podstawowego*. Najczęściej schematy aplikacyjne do poszczególnych rozporządzeń składają się z dwóch części, jedną z nich jest fragment *Modelu Podstawowego*, który został wykorzystany w danym rozporządzeniu.



class Obiekt przestrzenny – class Spatial Object
 BT_ObiektPrzestrzenny – BM_SpatialObject
 BT_ReferencyjnyObiektPrzestrzenny – BM_ReferenceSpatialObject
 BT_ZbiorDanychPrzestrzennych – BM_SpatialDataSet
 BT_Identyfikator – BM_Identifier
 obiekt – object
 zbior – set
 idIIP – idSII
 metadane – metadata
 lokalnyId – localId
 przestrzenNazw – namespace
 wersjaId – versionId
 Dozwolone znaki dla atrybutów lokalnyId i przestrzenNazw – allowed characters for localId and namespaces

Rys. 2. Fragment schematu aplikacyjnego UML (źródło: Model Podstawowy [Rozporządzenie MAiC 2013])

Fig. 2. Part of a UML application scheme (source: Basic Model [Rozporządzenie MAiC 2013])

Klasa, która reprezentuje takie same obiekty, jest prezentowana na diagramie klas w postaci prostokąta podzielonego na kilka części. W najwyższej umieszczają się nazwę stereotypu (w nawiasach « ») oraz nazwę klasy. Stereotyp informuje o rodzaju klasy: «FeatureType» otrzymują klasy reprezentujące m.in. obiekty przestrzenne, «DataType» – klasy służące do definicji typów.

W drugiej części prostokąta znajdują się atrybuty opisane nazwą atrybutu i po dwukropku nazwą typu danych atrybutu (dopuszczalna dziedzina wartości dla atrybutu). Część trzecia (tutaj niewidoczna na rys. 2) może zawierać listę operacji (metod) zdefiniowanych w danej klasie. Ponieważ z założenia schemat aplikacyjny jest modelem uniwersalnym, niezależnym od późniejszej implementacji (operacje wykonywane na konkretnych obiektach zależą od implementacji), zwykle ta część klasy nie jest wypełniana i tym samym ukryta na diagramach klas.

Dodatkowo, w niektórych przypadkach, może zostać wyróżniona jeszcze jedna część w klasie, gdzie zostają umieszczone np. informacje o ograniczeniach nałożonych na atrybuty klasy. Na rysunku 2 ograniczenie dotyczy znaków, jakich można użyć do utworzenia atrybutów klasy *BT_Identyfikator* (m.in. nie wolno używać polskich znaków diakrytycznych).

Typ danych *CharacterString* oznacza łańcuch znaków i jest to typ zdefiniowany w specyfikacji technicznej ISO/TC 19103. Wykorzystywanie w opracowywanym schemacie aplikacyjnym klas zdefiniowanych w normach ISO serii 19100 to proces integracji opracowywanego modelu UML ze schematami znormalizowanymi (pochodzącymi z norm ISO). Jest to także jeden ze sposobów zharmonizowania zbiorów danych przestrzennych.

Trójczłonowa konstrukcja identyfikatora (reprezentowanego przez *BT_Identyfikator*), który ma posiadać każdy obiekt infrastruktury przestrzennej, zapewnia jego unikalność na terenie Unii Europejskiej. W przestrzeni nazw (atrybut *przestrzenNazw*) jest określana dziedzina, do jakiej dany obiekt należy (poczynając od kodu kraju), lokalny identyfikator (atrybut *lokalnyId*), będący dowolnym ciągiem cyfr i dozwolonych liter, a wersja (opcjonalny atrybut *wersjaId* w postaci daty) informuje, od kiedy dana wersja obiektu znajduje się w bazie danych.

Na rysunku 2 znajdują się również klasy *BT_ZbiorDanychPrzestrzennych*, *BT_ObiektPrzestrzenny* oraz *BT_ReferencyjnyObiektPrzestrzenny*. Zbiór danych przestrzennych jest jednym z podstawowych obiektów infrastruktury informacji przestrzennej i tutaj ma dwa atrybuty: *IdIIP* (identyfikator) oraz *metadane*, które ogólnie opisują dane zawarte w zbiorze oraz mają pomóc w odszukaniu zbiorów, w których mogą się znaleźć potrzebne informacje.

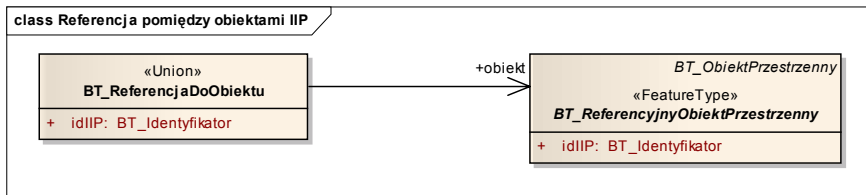
Stereotyp «voidable» umieszczony nad atrybutem *metadane* oznacza, że jest to atrybut specjalny i może zostać niewypełniony (nie posiadać właściwej wartości), ale zamiast elementów metadanych musi się znaleźć informacja, dlaczego ich brakuje. Typ *MD_Metadane* jest zdefiniowany w normie ISO 19115 [ISO/TC 211 19115:2003].

Klasa *BT_ObiektPrzestrzenny* jest przykładem „szczątkowego” opisu klasy – podane są tylko stereotyp oraz nazwa. W tym przypadku ma ona jedynie pokazać, że w skład zbioru danych przestrzennych wchodzi obiekty przestrzenne. Natomiast w przypadku konkretnego zbioru danych jego różne elementy będą opisane za pomocą wielu różnych atrybutów.

Postać klasy *BT_ReferencyjnyObiektPrzestrzenny* sugeruje, że ma ona tylko jeden atrybut – identyfikator (*idIIP*). Klasa ta jest połączona związkiem dziedziczenia (linia

ciągła zakończona niezamalowanym trójkątem, łącząca dwie klasy) z klasą *BT_ObjektPrzestrzenny*. Związek dziedziczenia oznacza, że klasa *BT_ReferencyjnyObjektPrzestrzenny* dziedziczy wszystkie właściwości (w tym atrybuty, powiązania i ograniczenia) od klasy *BT_ObjektPrzestrzenny*. Na rysunku 2 zaprezentowano jeszcze jeden związek – agregację zwykłą (linia ciągła zakończona niezamalowanym rombem), która pokazuje, że obiekty przestrzenne wchodzi w skład zbioru danych przestrzennych.

Harmonizacja różnych modeli ze sobą oznacza konieczność odwoływania się jednego modelu do innego. Taki mechanizm został również zaprojektowany w omawianym przykładzie (rys. 3).



class Referencja pomiędzy obiektami IIP – class Reference Between SII Objects
 BT_ReferencjaDoObjektu – BM_ReferenceToObject
 BT_ReferencyjnyObjektPrzestrzenny – BM_ReferenceSpatialObject
 BT_Identyfikator – BM_Identifier
 obiekt – object
 idIIP – idSII

Rys. 3. Referencja pomiędzy obiektami IIP (źródło: Model Podstawowy [Rozporządzenie MAiC 2013])

Fig. 3. Reference between locations in the Spatial Information Infrastructure (source: Basic Model [Rozporządzenie MAiC 2013])

Powyższy rysunek (rys. 3) przedstawia dwie klasy, połączone nawigacją (linia ciągła zakończona grotem). Klasa *BT_ReferencjaDoObjektu* posiada stereotyp «Union», który oznacza możliwość wyboru. Stereotyp ten jest stosowany w sytuacjach, gdy jakąś cechę można opisać w różny sposób, np. położenie budynku może zostać określone za pomocą współrzędnych lub identyfikatora geograficznego (np. adres). Zapis «Union» w takim przypadku oznaczałby wybór pomiędzy opisem przy użyciu współrzędnych albo identyfikatora. Na rysunku 3 «Union» oznacza wybór pomiędzy atrybutem *idIIP* a asocjacją, która jest opisana za pomocą roli obiekt. Asocjacja łącząca obie klasy ma grot z jednej strony (nawigacja), który pokazuje, że informacja będzie przekazywana od klasy *BT_ReferencyjnyObjektPrzestrzenny* do klasy *BT_Referencja-DoObjektu*. Innymi słowy, dzięki powiązaniu zostaną przekazane identyfikator obiektu albo pewne konkretne atrybuty obiektu referencyjnego.

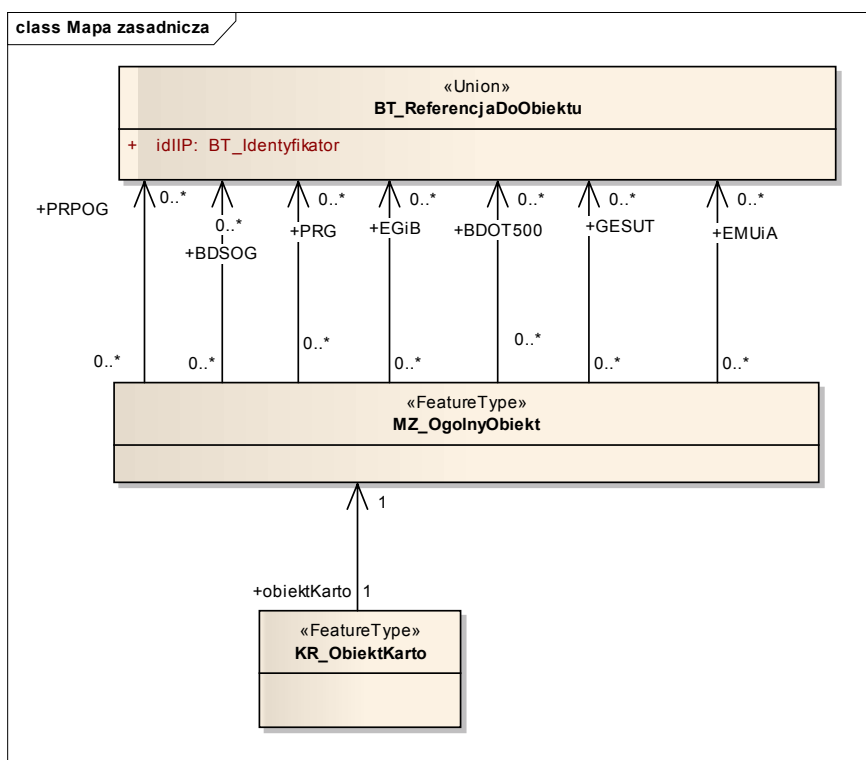
Powyższy pomysł spotkał się z krytyką w Polsce, ponieważ w specyfikacji technicznej ISO/TS 19103 przy opisie stereotypu «Union» na przykładzie pokazano jedynie wybór pomiędzy atrybutami. Nie wspomniano o powiązaniach, więc niektórzy wnioskują, iż asocjacja w tym miejscu nie ma racji bytu. Należy jednak pamiętać, że według normy ISO 19109 rola w powiązaniu jest traktowana jako atrybut klasy po przeciwnej stronie powiązania.

Wykorzystanie mechanizmu odwoływania się do innego modelu zostało pokazane na rysunku 4. Przedstawia on schemat aplikacyjny opisujący mapę zasadniczą.

Poza ramką, siatką kwadratów, godłem, skalą i innymi opisami pozaramkowymi pozostałe elementy mapy zasadniczej są obiektami zapisanymi w różnych bazach danych (ich reprezentacje w postaci klas znajdują się w różnych modelach), co zostało przedstawione na schemacie za pomocą wielu związków nawigacji.

Klasa *MZ_OgolnyObiekt* jest abstrakcyjną reprezentacją dowolnego obiektu mapy zasadniczej. Związki łączące tę klasę z klasą *BT_ReferencjaDoObiektu* reprezentują źródła danych dla mapy zasadniczej: PRPOG (Państwowy Rejestr Podstawowych Osnów Geodezyjnych), BDSOG (Baza Danych Szczegółowych Osnów Geodezyjnych), PRG (Państwowy Rejestr Granic) itp.

Do każdego schematu aplikacyjnego UML dołączany jest katalog obiektów (właściwie katalog typów obiektów), gdzie znajdują się definicje klas, atrybutów, związków oraz ograniczeń zapisanych na diagramie klas. Aby umieścić obiekt na mapie, potrzebne są informacje o typie obiektu (decyduje o rodzaju znaku), jego geometrii (decyduje o położeniu i kształcie) oraz jakie napisy na mapie należy umieścić na obiekcie lub obok niego.



class Mapa zasadnicza – class Site Map
 BT_ReferencjaDoObiektu – BM_ReferenceToObject
 BT_Identyfikator – BM_Identifier
 MZ_OgolnyObiekt – CR_CartoObject
 KR_ObjektKarto – SM_GeneralObject
 idIIP – idSII
 obiektKarto – cartoObject

Rys. 4. Schemat aplikacyjny dla mapy zasadniczej (źródło: Rozporządzenie MAiC 2013)

Fig. 4. Application scheme for a site map (source: Rozporządzenie MAiC 2013)

W katalogu obiektów dla schematu aplikacyjnego opisującego mapę zasadniczą, w przypadku relacji do *BT_ReferencjaDoObiektu*, umieszczone zostały odpowiednie zapisy o tym, jakie informacje i o jakich obiektach z poszczególnych baz danych będą kopiowane do bazy danych mapy zasadniczej.

Podsumowując, etapy budowy schematu aplikacyjnego UML sprowadzają się do wykonania następujących czynności:

- identyfikacja dziedziny problemowej oraz przegląd wymagań,
- opracowanie modelu pojęciowego – identyfikacja: typów obiektów, ich właściwości, związków między nimi oraz ograniczeń,
- zapisanie modelu pojęciowego w języku formalnym – utworzenie schematu aplikacyjnego UML,
- integracja opracowanego schematu aplikacyjnego ze schematami znormalizowanymi, zdefiniowanymi w normach ISO serii 19100 (np. geometria i topologia, jakość, opis położenia).

UML W DYDAKTYCE

Język UML to przede wszystkim język formalny wykorzystywany w dziedzinie informatyki, w zakresie inżynierii oprogramowania, do opisu świata obiektów w analizie i projektowaniu obiektowym, ale również język stosowany do wymiany informacji o systemach i oprogramowaniu za pomocą diagramów oraz uzupełniającego je tekstu. Dzięki UML można m.in. definiować wymagania dotyczące systemu, projektować jego architekturę czy modelować struktury danych. Poza opisem struktur statycznych systemu (diagramy statyczne) istnieje również możliwość przedstawienia jego zachowania (diagramy dynamiczne). Dlatego też UML w głównej mierze wykorzystywany jest w procesie dydaktycznym na wydziałach technicznych i informatycznych, zwykle podczas zajęć związanych z projektowaniem i tworzeniem oprogramowania.

Jednakże metodologia modelowania informacji geograficznej za pomocą schematów pojęciowych, które z kolei stanowią podstawę spójnych realizacji GIS w odmiennych środowiskach sprzętowo-programowych, zapewniając tym samym współdziałanie różnych realizacji GIS [Pachelski 2003], jest również tematyką zajęć dydaktycznych realizowanych na wielu wydziałach geodezyjnych w Polsce, m.in. na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie, Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu czy Politechnice Warszawskiej.

Należy jednak podkreślić, że w dziedzinie modelowania informacji geograficznej, z całego bogactwa języka UML, wykorzystuje się jedynie możliwości modelowania obiektowego oferowane przez diagramy klas (w modelach uwzględnia się przede wszystkim klasy z atrybutami, bez metod) i pakietów należące do grupy diagramów statycznych.

Zwykle podczas zajęć dydaktycznych ze studentami omawiane są takie zagadnienia jak: metody, środki formalne i narzędzia programowe wspomagające modelowanie pojęciowe informacji geograficznej, normy ISO serii 19100 oraz specyfikacje OGC i OMG w dziedzinie informacji geograficznej, reguły budowy schematów aplikacyjnych UML,

ale również aspekty prawne, organizacyjne i techniczne dotyczące budowy krajowych infrastruktur informacji przestrzennej.

Zdaniem autorów język UML powinien być powszechnie stosowany w procesie dydaktycznym przyszłej kadry inżynierskiej nie tylko na wydziałach geodezyjnych, ale wszędzie tam, gdzie swoje zastosowanie znajduje informacja przestrzenna, ponieważ aby móc opracowywać standardy danych przestrzennych, korzystać z nich i tworzyć na ich podstawie bazy danych przestrzennych, konieczna jest znajomość języka UML. Jest to nie tylko środek formalny zalecany przez normy ISO serii 19100 do budowy schematów aplikacyjnych, lecz także notacja powszechnie stosowana w specyfikacjach danych INSPIRE, którą wykorzystano również w rozporządzeniach do ustawy *prawo geodezyjne i kartograficzne*.

PODSUMOWANIE

Język UML to uniwersalny środek formalny zalecany przez normy ISO serii 19100 do budowy schematów aplikacyjnych oraz język wykorzystywany do opracowywania specyfikacji danych INSPIRE.

Publikowanie danych do poszczególnych tematów danych przestrzennych, zgodnie ze specyfikacjami danych przestrzennych oraz przepisami wykonawczymi do Dyrektywy INSPIRE, to jeden z warunków osiągnięcia interoperacyjności. Specyfikacje danych przestrzennych są zapisywane w języku UML i określają ramy dla zharmonizowanych zbiorów dotyczących każdego z tematów INSPIRE. A zatem znajomość UML jest niezbędna do opracowywania standardów danych przestrzennych, tworzenia zbiorów/baz danych przestrzennych czy korzystania ze standardów danych przestrzennych.

Załączniki do Dyrektywy jak i do ustawy *o infrastrukturze informacji przestrzennej*, w których są określone grupy tematyczne danych objętych Dyrektywą INSPIRE, pokazują, jak szeroką tematykę obejmuje Dyrektywa. Od informacji typowo geodezyjnych (systemy odniesień, działki ewidencyjne) po dane dotyczące bardzo wielu zagadnień takich jak adresy, hydrografia, geologia po zdrowie i bezpieczeństwo czy usługi użyteczności publicznej.

Należy też zwrócić uwagę na fakt, że Dyrektywa INSPIRE to według autorów dopiero początek. Po pokonaniu pierwszych trudności w harmonizacji i implementacji swobodna wymiana danych pomiędzy różnymi systemami i to danych, które dotyczą różnych zagadnień, przyciągnie specjalistów z innych dziedzin (nie wymienionych w załącznikach).

Dlatego też, zdaniem autorów, to ogromne zainteresowanie językiem UML (początkowo wymuszone) i całą tą tematyką, wynikające z konieczności jego znajomości oraz z korzyści płynących z jego znajomości, można śmiało nazwać UMLologią.

PIŚMIENNICTWO

Dyrektywa, 2007. Dyrektywa 2007/2/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia z dnia 14 marca 2007 r. ustanawiająca infrastrukturę informacji przestrzennej we Wspólnocie Europejskiej (INSPIRE). Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej.

- ISO/TC 211 (Geographic Information/Geomatics): Technical Specification 19103:2005, Geographic information – Conceptual schema language.
- ISO/TC 211 (Geographic Information/Geomatics): ISO 19109:2005, Geographic information – Rules for application schema. Norma PN-EN-ISO 19109:2009 Informacja geograficzna – Reguły schematów aplikacyjnych.
- ISO/TC 211 (Geographic Information/Geomatics): ISO 19115:2003, Geographic information – Metadata. Norma PN-EN-ISO 19115:2010 Informacja geograficzna – Metadane.
- Pachelski W., 2003. Normalizacja w dziedzinie informacji geograficznej. *Normalizacja*, Nr 11, 18–26.
- Rozporządzenie MAiC, 2013. Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 12 lutego 2013 w sprawie bazy danych geodezyjnej ewidencji sieci uzbrojenia terenu, bazy danych obiektów topograficznych oraz mapy zasadniczej.
- Subieta K, 1999. Wprowadzenie do obiektowych metodyk projektowania i notacji UML. Jedenasta Górńska Szkoła PTI Szczyrk.
- Ustawa z dnia 4 marca 2010 r. o infrastrukturze informacji przestrzennej (Dz.U. z 2010 r. Nr 76, poz. 489).

UML METHODOLOGY IN PRACTICE

Abstract. Since the adoption of laws on spatial information infrastructure from the transposition of the INSPIRE Directive, interest in conceptual modeling and UML has increased significantly. The transposition is the adaptation of INSPIRE directives to national law, which requires many changes in regulations regarding geodesy and cartography law and related laws. An integral part of the regulations developed by the Head Office of Geodesy and Cartography are specifications for conceptual modeling, including among other things, UML application schemes.

UML, unified modeling language, is a standard code for describing physical locations in spatial analysis and design. It is also the norm for the modeling of geographic information recommended by the ISO 19100 series of International Standards. UML makes it possible to register geographic information, independent of the software-hardware platform, in a way that ensures compatibility between different geographic information systems and allows for successful data transferring.

Examples taken from the regulations on geodesy and cartography laws, as published on the Head Office of Geodesy and Cartography website, were used to explain the fundamentals of spatial modeling, UML notation, and rules for creating application schemes. The authors also suggest that the sudden interest in UML could be called “UML-ology”.

Key words: UML, conceptual modeling, ISO 19100, INSPIRE

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 30.09.2013

Do cytowania – For citation: Chojka A., Parzyński Z., 2013. Umlologia. *Acta Sci. Pol. Geod. Descr. Terr.*, 12 (3), 5–16.

OCENA DOKŁADNOŚCI NUMERYCZNEGO MODELU TERENU ZBUDOWANEGO Z DANYCH BEZPOŚREDNICH

Czesław Suchocki, Marzena Damińska-Suchocka,
Paweł Błoch, Marcin Stec

Politechnika Koszalińska

Streszczenie. Podstawowym i szeroko rozpowszechnionym źródłem informacji o ukształtowaniu terenu jest Numeryczny Model Terenu (NMT). Jest on wykorzystywany w wielu dziedzinach naukowych i gospodarczych. Najczęściej powierzchnię terenu prezentuje się w postaci nieregularnej siatki trójkątów (TIN) lub regularnej siatki kwadratów (GRID). Współcześni użytkownicy NMT zgłaszają zapotrzebowanie na coraz wierniejsze zobrazowanie rzeczywistego ukształtowania terenu. Istotnym zagadnieniem staje się więc porównywanie jakości i dokładności numerycznego modelu TIN z modelem GRID.

W pracy dokonano oceny dokładności Numerycznych Modeli Terenu zbudowanych z danych bezpośrednich. Dane te pozyskano z pomiaru techniką GPS RTK terenu o powierzchni około jednego hektara i deniwelacji około 12 m. Do badań wybrano model typu TIN oraz dwa modele typu GRID zbudowane algorytmami interpolacyjnymi: Natural Neighbor i Spline. Ocenę dokładności wszystkich modeli przeprowadzono na podstawie wartości błędu RMS oraz wybranych parametrów statystycznych.

Słowa kluczowe: Numeryczny Model Terenu (NMT), GRID, TIN, błąd RMS, parametry statystyczne

WSTĘP

W dobie ciągłego rozwoju technologii informatycznych oraz zwiększenia zapotrzebowania na dokładne opracowania rzeźby terenu Numeryczny Model Terenu (NMT) stał się wiodącym produktem w wielu dziedzinach naukowych i gospodarczych. Jest to spowodowane jego wszechstronnym zastosowaniem przy opracowaniach i analizach wszelkiego rodzaju prac w układach dwu- i trójwymiarowych jak np. w procesach projektowych

© Copyright by Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Adres do korespondencji – Address correspondence to: Czesław Suchocki, Katedra Geodezji, Wydział Inżynierii Lądowej, Środowiska i Geodezji, Politechnika Koszalińska, ul. Śniadeckich 2, 75-453 Koszalin, e-mail: suchocki@gmail.com

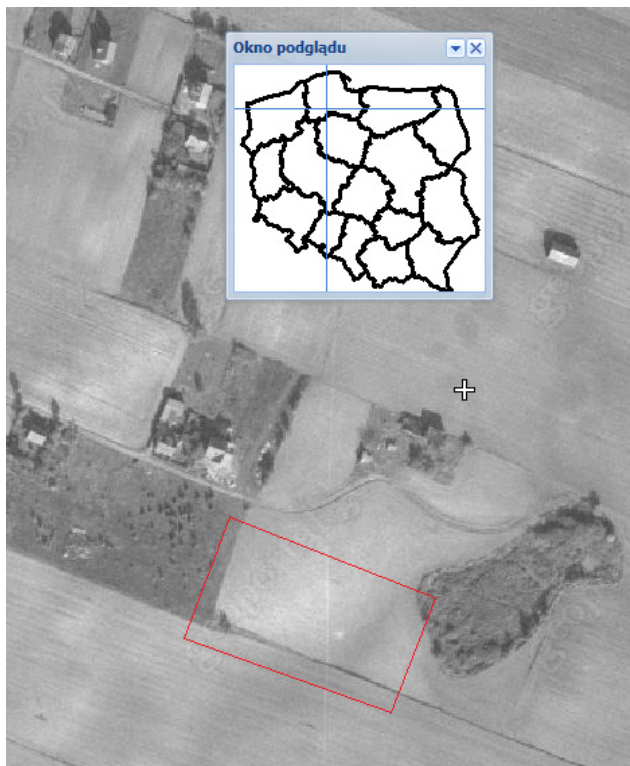
i inwestycyjnych. Współcześni użytkownicy NMT zgłaszają zapotrzebowanie na coraz dokładniejsze modele, stawiając duże wymagania co do jakości danych, czyli wysokiej dokładności wiernego zobrazowania ukształtowania terenu.

Na dokładność wynikową Numerycznego Modelu Terenu znaczący wpływ ma nie tylko stopień zagęszczenia punktów pomiarowych i ich dokładność, ale również sposób jego wymodelowania. Wiarygodne odzwierciedlenie naturalnej powierzchni terenu za pomocą dostępnych metod numerycznych jest jednym z głównych problemów badawczych związanych z modelowaniem NMT.

Celem niniejszego artykułu jest porównanie dokładności Numerycznych Modeli Terenu zbudowanych różnymi metodami z danych bezpośrednich. Ocenie podlegał model TIN oraz dwa modele GRID utworzone za pomocą algorytmów interpolacyjnych: Natural Neighbor i Spline.

OBIEKT BADAŃ I JEGO POMIARY

Do przeprowadzenia badań wybrano teren o powierzchni około jednego hektara, zlokalizowany na obrzeżach miasta Brusy (powiat chojnicki, województwo pomorskie). Wybrany obszar charakteryzował się zróżnicowaną rzeźbą terenu o deniwelacji około 12 m, brakiem zabudowy i zadrzewienia (rys. 1, 2).

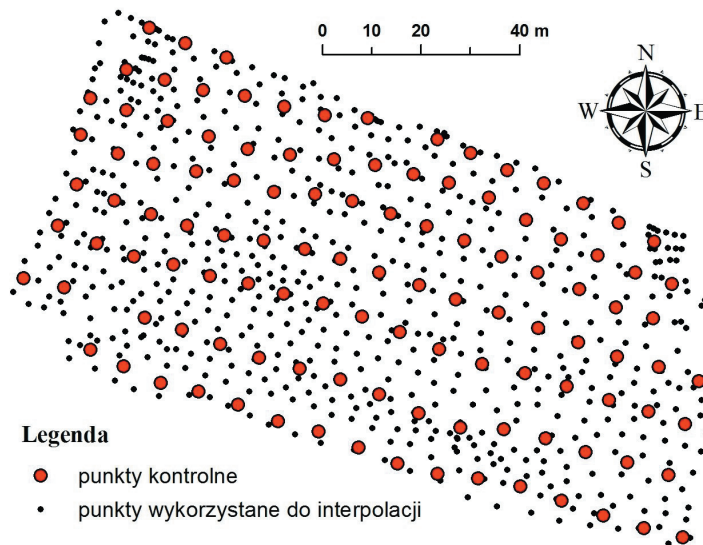


Rys. 1. Zobrazowanie lotnicze obszaru badań [www.maps.geoportal.gov.pl]

Fig. 1. Aerial picture of research area



Rys. 2. Teren objęty pomiarem
Fig. 2. Measurement area



Rys. 3. Rozmieszczenie punktów kontrolnych i punktów wykorzystanych do interpolacji
Fig. 3. Location of control points and points used for interpolation

Do pozyskania danych niosących informację o ukształtowaniu terenu wybrano technikę GPS RTK, wykorzystując poprawki VRS z sieci stacji ASG EUPOS. Pomiar terenowy składał się z dwóch odrębnych etapów. Etap pierwszy polegał na pomiarze wybranego

terenu taką liczbą punktów pomiarowych, aby wiarygodnie odzwierciedlić zróżnicowaną rzeźbę terenu. Uzyskany zbiór punktów został wykorzystany do budowy Numerycznych Modeli Terenu. Natomiast celem etapu drugiego było pozyskanie sieci punktów kontrolnych, równomiernie rozmieszczonych na tym samym obszarze. Punkty te posłużyły do oceny dokładności uprzednio zbudowanych Numerycznych Modeli Terenu. Na rysunku 3 przedstawiono rozmieszczenie punktów kontrolnych i punktów wykorzystanych do budowy NMT.

PORÓWNANIE DOKŁADNOŚCI NUMERYCZNYCH MODELI TERENU TYPU TIN I GRID

W praktyce ocena dokładności NMT jest bardzo ważnym zagadnieniem, ponieważ klasyfikuje zastosowanie danego modelu do konkretnych celów. Na wartość końcową błędu modelu (m_H) mają wpływ poszczególne źródła, takie jak: błąd pomiaru (m_{pom}), błędy spowodowane obliczeniami (m_{obl}), błąd uzależniony od przyjętego modelu (m_{model}) i pozostałe błędy. Wartość błędu modelu wyliczamy ze wzoru [Wyczałek 2009]:

$$m_H = \sqrt{m_{pom}^2 + m_{obl}^2 + m_{model}^2 + \dots} \quad (1)$$

Jednym ze źródeł błędów przypadkowych, o którym należy wspomnieć, jest szorstkość terenu, definiowana przez Wysockiego [2005] jako mikrorelief, czyli bardzo drobne zmiany powierzchni terenu spowodowane warunkami atmosferycznymi, działalnością agrarną itp. Wielkości te mieszczą się zazwyczaj w granicach $\pm 0,05$ m i często są zaniedbywane. Wybrany obszar badawczy charakteryzuje się widoczną działalnością agrarną i wynik pomiaru obarczone są tym błędem. Innym parametrem odnotowanym przez Wysockiego [2005] jest „chropowatość”, która została zdefiniowana jako zaczątki morfologii terenu, przez co należy rozumieć małe formy terenu o niejednostajnym spadku.

W literaturze można odnaleźć badania głównie nad dokładnością numerycznych modeli opartą na modelach teoretycznych, dzięki czemu wyeliminowano błędy o charakterze przypadkowym jak np. błąd pomiaru i błędy obliczeń [Gościński 2005, 2007, Stateczny i Łubczonek 2004, Wyczałek 2009]. Analizie podlegały głównie błędy dopasowania zbudowanego modelu do powierzchni wzorcowej, które w znacznej mierze wynikają z uproszczeń algorytmów. Zgodnie z badaniami zamieszczonymi w pracy [Peng Hu i in. 2009] błędy te mają charakter systematyczny. Aby pozyskać materiał badawczy, wykorzystywano funkcję dwóch zmiennych do utworzenia wzorcowej powierzchni matematycznej i generowania na jej podstawie pseudopunktów pomiarowych. Według nich interpolowano modele GRID lub budowano model TIN, a następnie oceniano dokładność zbudowanego modelu poprzez przyrównanie do funkcji matematycznej.

Niniejszy artykuł zawiera wyniki badań nad dokładnością Numerycznych Modeli Terenu, zbudowanych na podstawie danych pozyskanych z pomiaru bezpośredniego. Wyniki badań uzyskanych z danych rzeczywistych przekazują faktyczną informację o dokładności NMT, co jest niemożliwe w przypadku pozyskiwania danych generowanych za pomocą funkcji matematycznej. Poza tym bardzo trudno jest przedstawić złożoność i przypadkowość naturalnej rzeźby terenu teoretyczną funkcją matematyczną.

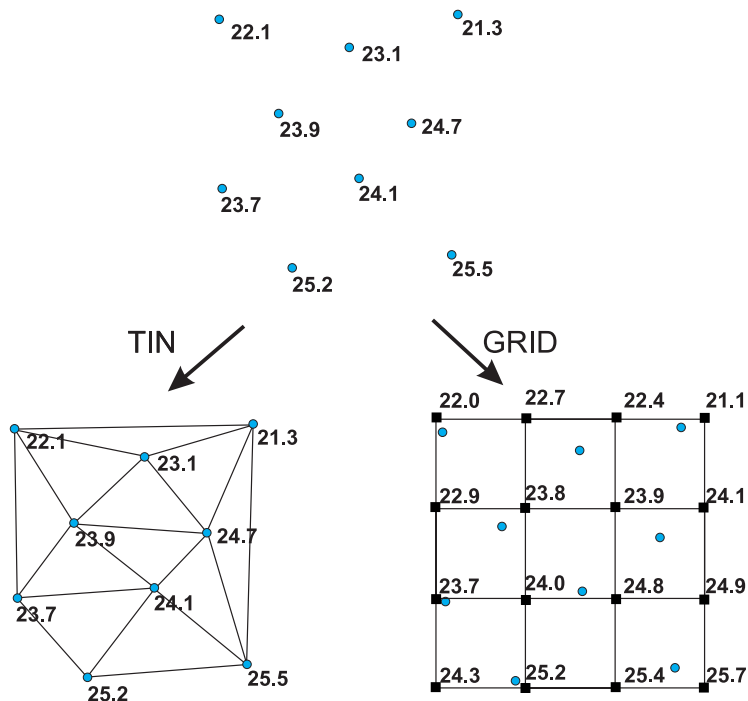
Do budowy NMT wykorzystano popularne oprogramowanie z dziedziny SIP jakim jest ArcGis v. 9.1. W oprogramowaniu tym istnieje możliwość budowy NMT typu TIN

oraz NMT typu GRID algorytmami: Natural Neighbor, Spline, IDW i Kriging. Do analiz wybrano model typu TIN oraz dwa modele typu GRID zbudowane algorytmami interpolacyjnymi: Natural Neighbor i Spline. Pominięto algorytm Kriging i IDW, ponieważ wcześniejsze badania [Kowalczyk 2007, Stateczny i Łubczonek 2004] w większości wykazywały, że algorytmy te nie dają dobrych rezultatów podczas budowy NMT. W przypadku metody Kriging może to wynikać z trudności ustalenia prawidłowego wariogramu, co jest zadaniem stosunkowo trudnym, gdyż [Clark 1987]:

- dane mogą nie wykazywać zależności lub dana zależność może być przypadkowa,
- w sytuacji opracowania danych dla dużych obszarów bądź danych bardzo zróżnicowanych może być niezmiernie trudne albo niemożliwe określenie wariogramu teoretycznego, ponieważ może stanowić ich kombinację.

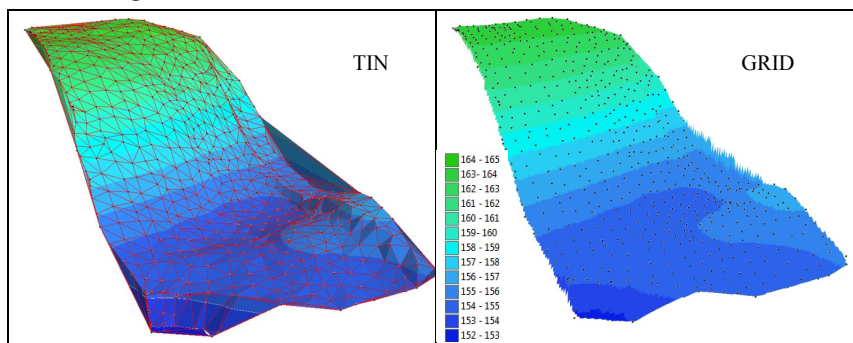
Natomiast metoda IDW opiera się na prostym wzorze matematycznym, w którym wartość funkcji w dowolnym punkcie jest średnią ważoną znanych wartości wysokości z n punktów pomiarowych [Stateczny i Łubczonek 2004].

Przeprowadzone analizy miały na celu wskazanie, który z przebadanych modeli cechuje się najwyższą dokładnością. Teoretycznie NMT typu TIN powinien charakteryzować się wyższą dokładnością w stosunku do NMT typu GRID, ponieważ jego węzły oparte są bezpośrednio na punktach pomiarowych, więc w węzłach siatki są zachowane rzeczywiste wartości z pomiaru terenowego. Natomiast węzły NMT typu GRID powstają w wyniku interpolacji, czyli oszacowania nieznannej wielkości między znanymi wielkościami. Na rysunku 4 zaprezentowano schematycznie zasadę budowy NMT typu TIN i GRID.



Rys. 4. Schemat budowy NMT typu TIN i GRID
Fig. 4. Construction of DTM for TIN and GRID types

Z pozyskanych danych o średnim zagęszczeniu przekraczającym 6 pkt./10 m² zostały wyinterpolowane dwa NMT typu GRID o rozdzielczości 0,50×0,50 m oraz zbudowano NMT typu TIN. Na rysunku 5 zaprezentowano przykładowe NMT rozpatrywanego obszaru badawczego.



Rys. 5. Przykładowe Numeryczne Modele Terenu rozpatrywanego obszaru badań
Fig. 5. Examples of Digital Terrain Models for the research area

Dokładność wszystkich modeli określano za pomocą 116 punktów kontrolnych równomiernie rozmieszczonych na badanym obszarze, o średnim zagęszczeniu około 1 pkt./10 m². Odległość tych punktów od NMT wzdłuż osi OZ traktowano jako wartość błędu modelu w punkcie kontrolnym. Błąd ten wyznaczono ze wzoru:

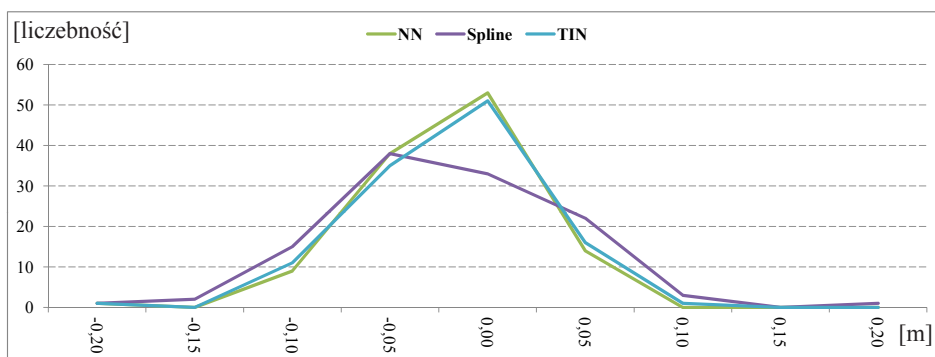
$$\Delta z = f(x, y) - z \quad (2)$$

gdzie:

$f(x, y)$ – wartość funkcji interpolującej w punkcie o współrzędnych x i y ,

z – rzędna punktu pomiarowego o współrzędnych x i y .

W celu przeprowadzenia szczegółowych analiz statystycznych posłużono się skończoną zbiorowością wartości błędów w punktach kontrolnych dla NMT, które pogrupowano w przedziały klasowe domknięte prawostronnie o rozpiętości 0,05 m. Na rysunku 6 zaprezentowano wykresy liczebności błędów w poszczególnych przedziałach klasowych, dla NMT typu GRID i TIN. Na osi poziomej przedstawiono rozpiętości przedziałów, a na osi pionowej liczebność błędów występujących w tych przedziałach.



Rys. 6. Rozkład błędów w punktach kontrolnych dla poszczególnych Numerycznych Modeli Terenu
Fig. 6. Graph of the interpolating errors in control points for different Digital Terrain Models

W modelowaniu wysokościowym istotne jest na ile w danym punkcie rzędna na powierzchni NMT różni się od faktycznej rzędnej terenu [Wyczałek 2009]. Dokonanie porównania tych dwóch wielkości w punktach kontrolnych na rozpatrywanym obszarze pozwala na globalną ocenę średniego błędu odwzorowania tzw. błędu średniego kwadratowego (z ang. root mean square error – RMS) [Hejmanowska i in. 2008].

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (f(x_i, y_i) - z_i)^2} \quad (3)$$

gdzie:

$f(x_i, y_i)$ – wartość funkcji interpolującej w punkcie o współrzędnych x i y ,

z_i – rzędna punktu pomiarowego o współrzędnych x i y ,

N – liczba punktów.

Poza wyznaczeniem wartości błędu RMS i wizualną oceną kształtu modelowanej powierzchni, dokonano również analizy statystycznej błędów w punktach kontrolnych. Ocena taka pozwoliła określić szczegółowo efektywność i dokładność dopasowania NMT do rzeczywistej rzeźby. Do tego celu wyznaczono następujące współczynniki statystyczne:

- średnia arytmetyczna z wartości bezwzględnych:

$$\bar{x}_{\text{bezwz.}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |\Delta z_i| \quad (4)$$

- rozstęp – różnica między największą i najmniejszą wartością cechy w zbiorze:

$$R = \Delta z_{\text{max}} - \Delta z_{\text{min}} \quad (5)$$

- rozstęp ćwiartkowy – różnica między kwartylem trzecim i pierwszym:

$$R_{\text{ćwiartkowy}} = Q_3 - Q_1 \quad (6)$$

- trzeci moment centralny – suma trzecich potęg odchyłeń wartości cechy od jej średniej arytmetycznej podzielona przez $n - 1$:

$$M_3 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta z_i - \bar{\Delta z})^3 \quad (7)$$

- pozycyjny współczynnik asymetrii – iloraz trzeciego momentu centralnego i sześcianu odchylenia standardowego:

$$A = \frac{M_3}{s^3} \quad (8)$$

Uzyskane wartości parametrów statystycznych dla poszczególnych modeli zestawiono w tabeli 1. W tabeli tej umieszczono również wartości błędu RMS.

Analizując obliczone wartości błędu RMS dla zbudowanych modeli, można wysunąć wnioski, że dokładność modelu GRID wyinterpolowanego algorytmem Spline charakteryzuje się najniższą dokładnością (RMS=0,058). Natomiast model GRID wyinterpolowany algorytmem Natural Neighbor oraz model TIN charakteryzują się takim samym błędem RMS, który wynosi 0,045. W przypadku tych modeli uzyskano również najmniejszą i taką samą wartość średniej arytmetycznej z bezwzględnej wartości błędu. Do ogólnej oceny stopnia zróżnicowania wartości cechy można wykorzystać rozstęp, definiowany jako różnica między maksymalną i minimalną wartością cechy w zbiorze. Rozstęp i rozstęp ćwiartkowy błędów w punktach kontrolnych dla tych dwóch modeli są

zbliżone. Wielkości trzeciego momentu centralnego i pozycyjnego współczynnika asymetrii wskazują, że rozkład błędów wyinterpolowanej powierzchni GRID algorytmem Natural Neighbor oraz modelu cechują się posiada małą lewostronną asymetrią.

Tabela 1. Parametry statystyczne oraz błąd RMS dla poszczególnych NMT typu GRID i TIN
Table 1. Statistical coefficients and RMS errors for different DTMs for the GRID and TIN types

Parametry statystyczne Statistical coefficients	Modele GRID GRID models		Model TIN TIN model
	Natural Neighbor	Spline	
błąd RMS [m] RMS error	0,045	0,058	0,045
minimum [m] minimum	-0,176	-0,182	-0,171
maksimum [m] maximum	0,099	0,212	0,103
średnia z wartości bezwzględnych – $\bar{x}_{bezwz.}$ [m] mean of modulus value	0,036	0,044	0,036
rozstęp – R [m] range	0,275	0,394	0,274
rozstęp ćwiartkowy – $R_{\text{ćwiartkowy}}$ [m] interquartile range [m]	0,057	0,064	0,054
trzeci moment centralny – M_3 third central moments	-0,00006	0,00002	-0,00005
pozycyjny współczynnik asymetrii – A skewness	-0,03097	0,00573	-0,02258

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Z przeprowadzonych badań wynika, że dokładność NMT typu GRID wyinterpolowanego algorytmem Natural Neighbor oraz NMT typu TIN w rozpytywanym obszarze badawczym jest zbliżona.

Można zauważyć, że regularne modele typu GRID w praktyce geodezyjnej są najczęściej wykorzystywane w systemach SIP, ze względu na ich uporządkowaną strukturę i łatwość archiwizacji danych. Poza tym modele GRID łatwo poddają się analizom statystycznym i przestrzennym. Natomiast NMT typu TIN, ze względu na zachowywanie rzeczywistych wartości w węzłach, wykorzystuje się zazwyczaj w pracach inżynierskich związanych z tyczeniem realizującym, np. w systemach obsługi maszyn 3D.

PIŚMIENNICTWO

- Clark I., 1987. Practical Geostatistics. Elsevier Applied Science Publisher, Essex.
- Gościewski D., 2005. Influence of measurement points location on selection of interpolation algorithm, The 6th International Conference Environmental Engineering, Vilnius-Lithuania, Gediminas Technical University Press.
- Gościewski D., 2007. Analiza dokładności interpolacyjnych modeli powierzchni typu GRID. Materiały XX Jesiennej Szkoły Geodezji, Wrocław.
- Hejmanowska B., Drzewiecki W., Kulesza Ł., 2008. Zagadnienie jakości numerycznych modeli terenu. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, Vol. 18, s. 163-175.
- Kowalczyk K., 2007. Wynik zależny od metody. Magazyn Geoinformacyjny Geodeta, nr 8 (171), 54–58.
- Peng Hu, Xiaohang Liu, Hai Hu., 2009. Accuracy assessment of digital elevation models based on approximation theory, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing Vol. 75, No. 1, 49–56.
- Stateczny A., Łubczonek J., 2004. Modele powierzchni terenu [w:] Stateczny A. (red.), Metody nawigacji porównawczej, Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Gdańsk.
- Wyczalek I., 2009. Badania wrażliwości numerycznego modelu terenu na wpływ otoczenia. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, Vol. 19, 459–469.
- Wysocki J., 2005. Dokładność aproksymacji powierzchni terenu w aspekcie badań eksperymentalnych, Przegląd Naukowy Inż. i Kształtowania Środowiska, nr 1 (31), 102–113.

AN EVALUATION OF DIGITAL TERRAIN MODEL ACCURACY USING DIRECT SURVEY DATA

Abstract. A Digital Terrain Model (DTM) is an important, widely used source of information about the shape of the Earth which is integral to many scientific and economic fields. The surface of an area of land is usually represented in the form of a Triangular Irregular Network (TIN) or a regular grid of squares (GRID). Current users of DTM have been expressing a need for more accurate representations of physical land surfaces. Comparisons of the quality and accuracy of TIN and GRID models has become an important topic of interest. This paper presents an evaluation of the accuracy of Digital Terrain Models based on direct survey data. Data were gathered from GPS RTK measurements of a 1-hectare area with about 12m of elevation. One TIN and two GRID models were built using interpolation algorithms: Natural Neighbor and Spline. The assessment of the accuracy of the models was based on errors in the value of the RMS and selected statistical coefficients

Key words: Digital Terrain Model (DTM), GRID, TIN, RMS error, statistical coefficients

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 30.09.2013

Do cytowania – For citation: Suchocki C., Damińska-Suchocka M., Błoch P., Stec M., 2013. Ocena dokładności numerycznego modelu terenu zbudowanego z danych bezpośrednich. Acta Sci. Pol. Geod. Descr. Terr., 12 (3), 17–26.

ANALIZA PROCESU POZYSKIWANIA GRUNTU POD DROGI PUBLICZNE NA PRZYKŁADZIE ODCINKA AUTOSTRADY A1

Maria Wojtas

Politechnika Śląska

Streszczenie. Od kilkunastu lat toczy się w Polsce żywa dyskusja na temat infrastruktury drogowej i kolejowej. Podejmowane są w tej sprawie kolejne kroki prawne, które mają skutkować przyspieszeniem i uproszczeniem procedur związanych z budową dróg. Niniejszy artykuł przedstawia problematykę prawną nabywania gruntów pod drogi. W pierwszej części dokonano przeglądu przepisów i procedur nabywania nieruchomości pod tego typu przedsięwzięcia. W drugiej przeprowadzono analizę, w jaki sposób zrealizowano te zasady na odcinku autostrady płatnej A1.

Słowa kluczowe: specustawa, wywłaszczenie, inwestycja celu publicznego, inwestycja drogowa

WSTĘP

Sieć dróg publicznych w Polsce wynosi ok. 383,3 tys. kilometrów. Drogi krajowe stanowią prawie 5% wszystkich dróg publicznych, przy czym przenoszą ponad 60% ruchu. Drogi o najwyższej klasie to autostrady i drogi ekspresowe.

Ich docelowy przebieg został ustalony w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 15 maja 2004 r. w sprawie sieci autostrad i dróg ekspresowych. Układ autostrad w Polsce określony jest usytuowaniem trzech głównych, do których należą:

- Autostrada A1 o łącznej długości 582 km, która łączy Gdańsk z Łodzią i aglomeracją śląską,
- Autostrada A2 o łącznej długości 651 km, łącząca Poznań z Łodzią i Warszawą,
- Autostrada A4 o łącznej długości 670 km, która łączy Wrocław z Katowicami, Krakowem i Rzeszowem.

Wszystkie autostrady są „wpięte” w europejską sieć dróg szybkiego ruchu oraz są uzupełnione siecią dróg ekspresowych, co zapewnia właściwe skomunikowanie głównych obszarów gospodarczych kraju z centrum i pomiędzy sobą.

Problematyka związana z nabywaniem i regulowaniem stanu prawnego nieruchomości pod drogi jest złożona, a niejednoznaczne brzmienie przepisów rodzi w praktyce problemy interpretacyjne. W procedurze nabywania nieruchomości na potrzeby inwestycji drogowych bierze udział wielu specjalistów: geodeci, rzeczoznawcy majątkowi, inwestorzy dróg publicznych, pracownicy organów administracji publicznej.

Jednym z podstawowych problemów w procesie realizacji inwestycji drogowych, powodującym w praktyce liczne problemy prawne oraz geodezyjne, jest nabycie prawa do terenu, na którym planowana jest budowa drogi.

CEL I ZAKRES PRACY

Niniejsza praca ma na celu: przegląd procedur prawnych związanych z pozyskiwaniem nieruchomości pod budowę autostrad, prezentację ilości nieruchomości pod budowę odcinka autostrady A1 w obrębie woj. śląskiego oraz szczegółową prezentację sposobów nabycia gruntów na wybranych odcinkach.

Metodyka badań: pracę wykonano na podstawie obowiązujących przepisów prawnych (ustawy, rozporządzenia) oraz bazy informacyjnej uzyskanej z GDDKiA Oddział Katowice. Przeanalizowano akty prawne związane z procesem przygotowania inwestycji do realizacji, czyli postępowania związanego z lokalizacją inwestycji, nabywaniem nieruchomości pod autostrady oraz przygotowaniem inwestycji do realizacji. Analizie poddano dane dotyczące stanu własności gruntów oraz form pozyskania nieruchomości na całym odcinku autostrady A1 w granicach woj. śląskiego, nazywając go na potrzeby opracowania „śląskim” odcinkiem A1, i na wybranych odcinkach realizacyjnych „śląskiego” odcinka A1.

AKTY PRAWNE REGULUJĄCE POZYSKIWANIE NIERUCHOMOŚCI

Realizacja inwestycji drogowej możliwa jest tylko wtedy, gdy pełnię prawa własności dotyczących gruntów lub nieruchomości pozyska z mocy prawa Skarb Państwa bądź jednostki samorządu terytorialnego. Proces pozyskania nieruchomości przez Skarb Państwa może się odbyć dwiema drogami. Jedną z nich stanowi tradycyjna umowa kupna-sprzedaży. Nieruchomość będąca prywatną własnością jest sprzedawana za ustaloną opłatą, stronie kupującej, czyli Skarbowi Państwa albo jednostce samorządu terytorialnego.

Problemy pojawiają się jednak, gdy osoba będąca we władaniu nieruchomości nie chce sprzedać swojej własności. Pozyskanie nieruchomości przez Skarb Państwa odbywa się w takim przypadku w drodze wywłaszczenia. W prawodawstwie polskim proces pozyskania nieruchomości na cel publiczny zawarty jest w kilku różnych aktach prawnych.

Ustawa z 21 sierpnia 1997 o gospodarce nieruchomościami.

Przepisem prawnym, który dotyczy nieruchomości jest ustawa z dnia 21 sierpnia 1997 r. o gospodarce nieruchomościami z późniejszymi zmianami. Ustawa ta zawiera szereg zasad, definicji, a także procedur administracyjno-prawnych dotyczących między innymi:

- podziału nieruchomości,
- pierwokupu nieruchomości,
- wywłaszczenia nieruchomości i zwrotu wywłaszczonych nieruchomości,
- wyceny nieruchomości.

Art. 6 tej ustawy określa również katalog celów publicznych, wśród których znajdują się:

1. „wydzielanie gruntów pod drogi publiczne i drogi wodne, budowa, utrzymywanie oraz wykonywanie robót budowlanych tych dróg, obiektów i urządzeń transportu publicznego, a także łączności publicznej i sygnalizacji”.

Problematyka dotycząca wywłaszczeń jest bardzo złożona i rodzi wiele problemów administracyjno-prawnych dotyczących przeniesienia własności na rzecz Skarbu Państwa lub jednostek samorządu terytorialnego, dlatego też powstały dodatkowe regulacje prawne, na mocy których nabycie praw do nieruchomości ma być szybsze i prostsze.

Ustawa z dnia 27 października 1994 r. o autostradach płatnych oraz o Krajowym Funduszu Drogowym

Po zmianach ustrojowych i wejściu Polski do Unii Europejskiej konieczna była zmiana przepisów na takie, które pozwalały, choć w niewielkim stopniu doganiać bardziej rozwinięte kraje Europy. Przystąpiono w tym celu do projektowania programu budowy autostrad, wykorzystując środki Unii na poprawę infrastruktury drogowej. Przy planowaniu sieci i budowy drogowej w Polsce postanowiono wykorzystać doświadczenie zachodnich ekspertów oraz ekspertów Europejskiego Banku Inwestycyjnego [Liberacki 2008].

Przyjęta ustawa określa następujące warunki: przygotowania budowy, finansowania budowy, zasady przeprowadzania postępowania przetargowego na budowę, eksploatację albo wyłącznie eksploatację autostrad płatnych, zawierania umów o budowę oraz eksploatację lub wyłącznie eksploatację autostrad. Dodatkowo w ustawie znajdują się zapisy dotyczące zasady finansowania dróg krajowych, w tym autostrad ze środków Krajowego Funduszu Drogowego.

Ustawa z dnia 10 kwietnia 2003 r. o szczególnych zasadach przygotowywania i realizacji inwestycji drogowej w zakresie dróg publicznych

Ustawa z 10 kwietnia 2003 r. zwana „specustawą” drogową, miała pierwotnie obowiązywać tylko do końca 2007 r. Kiedy w 2006 r. przyznano organizację Mistrzostw Europy w piłce nożnej Polsce i Ukrainie, stało się jasne, że konieczność rozbudowy sieci drogowej jest jednym z priorytetów jakie należy zrealizować. Z tego powodu wydłużono okres obowiązywania „specustawy” i obecnie jest aktem obowiązującym do 2020 roku. Kolejne nowelizacje miały upraszczać pewne procedury.

Ważniejsze nowelizacje „specustawy” drogowej

Pierwotny tekst ustawy z 2003 r. zakładał:

- wyłączenie stosowania przepisów o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym,

- wydanie decyzji o ustaleniu lokalizacji przez wojewodę,
- decyzja o ustaleniu lokalizacji zatwierdza podział nieruchomości.
Nowelizacja z 2006 r.:
- zmiany dotyczące decyzji o ustaleniu lokalizacji:
 - zatwierdzenie podziału nieruchomości,
 - przejęcie własności na rzecz Skarbu Państwa z mocy prawa
- osobne postępowanie o odszkodowanie.
Nowelizacja z 2008 r.:
- wprowadzenie decyzji o zezwoleniu na realizację inwestycji drogowej:
 - jednocześnie ustala lokalizację drogi i stanowi pozwolenie na budowę,
 - skutki własnościowe: przejście z mocy prawa własności na rzecz Skarbu Państwa oraz wygaszenie ograniczonych praw rzeczowych
- decyzja o zezwoleniu na realizację inwestycji drogowej zatwierdza projekt budowlany,
- w sprawie o odszkodowanie wydanie osobnej decyzji administracyjnej.
Nowelizacja z 2013 r.:
- jeżeli budowie drogi nadany został rygor natychmiastowej wykonalności, decyzja ustalającą wysokość odszkodowania będzie wydana w terminie nie dłuższym niż 60 dni.

Kolejne nowelizacje podejmowane są w celu stworzenia optymalnego mechanizmu umożliwiającego pozyskiwanie nieruchomości przeznaczonych na realizację inwestycji drogowych. Ustawodawcy w poszczególnych zmianach „specustawy” chcieli stworzyć warunki do przyspieszenia procesu przygotowania inwestycji drogowych, polegające na wyeliminowaniu długotrwałej procedury nabywania nieruchomości. Problem wymagał szybkiego rozwiązania, bowiem należało mieć na uwadze konieczność realizowania prac w określonym przedziale czasowym, którego niedotrzymanie groziło utratą dofinansowania inwestycji ze środków Unii Europejskiej. Nowelizacje „specustawy” miały na celu nadania ostatecznej decyzji o ustaleniu lokalizacji drogi publicznej, a obecnie decyzji o zezwoleniu na realizację inwestycji drogowej skutków prawnorzeczowych.

„Specustawa” drogowa zawiera szereg regulacji, które można podzielić na trzy główne aspekty: postępowanie poprzedzające rozpoczęcie robót, nabycie nieruchomości pod drogi, realizacji inwestycji drogowej.

PROCES POZYSKIWANIA GRUNTU POD DROGI PUBLICZNE

Proces pozyskania gruntu pod drogi jest wieloaspektowy i złożony, nie tylko dla osób, których prawa własności dotyczy przewidywana inwestycja, ale także dla inwestora, który musi się postępować zgodnie ze skomplikowanymi procedurami prawnymi. Obecny stan prawny w Polsce pozwala na pozyskanie gruntu pod drogi publiczne kilkoma różnymi ścieżkami prawnymi:

1. Nabycie nieruchomości na urządzenie drogi publicznej może nastąpić tak w drodze czynności cywilnoprawnej. Cywilnoprawne nabycie następuje na podstawie przepisów Kodeksu cywilnego i nie charakteryzuje się szczególnym unormowaniem. Umowa spisywana jest w formie aktu notarialnego. Przed nabyciem przeprowadzana

jest wycena nieruchomości mająca na celu określenie wartości danej nieruchomości lub jej części.

2. Prawo pierwokupu to prawo jednej ze stron do kupna oznaczonej nieruchomości. W przypadku dróg strona mająca pierwszeństwo to Skarb Państwa. Przedmiotem pierwokupu może być cała nieruchomość albo jej część w przypadku nieruchomości oraz prawa użytkowania wieczystego nieruchomości położonej na obszarze przeznaczonym w planie miejscowym na cele publiczne bądź nieruchomości, dla której została wydana decyzja o ustaleniu lokalizacji inwestycji celu publicznego.
3. Nabywanie nieruchomości pod drogi publiczne na mocy przepisów o podziałach. Podział i nabycie z mocy prawa może nastąpić tylko w przypadku nieruchomości przeznaczonej w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego na cele drogowe lub w sytuacji gdy planu nie ma, ale została wydana decyzja o lokalizacji inwestycji celu publicznego.
4. Pozyskanie gruntu na drodze wyłączenia zgodnie z ustawą z 21 sierpnia 1997 r. o gospodarce nieruchomościami, w sytuacji gdy niemożliwe jest pozyskanie przez Skarb Państwa gruntu innymi sposobami, konieczne jest wszczęcie postępowania wyłączeniowego.

Rozpoczęcie postępowania wyłączeniowego stanowi *de facto* ostatnią możliwość pozyskania gruntu pod drogę. Zanim do tego dojdzie, ustawa przewiduje podjęcie rokowań między starostą a właścicielem lub użytkownikiem wieczystym albo osobą, której przysługuje ograniczone prawo rzeczowe do nieruchomości. Ma to na celu zawarcie korzystnej dla obu stron umowy. Jeżeli zawarcie umowy nie jest możliwe, to po upływie dwóch miesięcy od zakończenia negocjacji następuje wszczęcie procedury wyłączeniowej z urzędu. Inwestor realizujący cel publiczny, jakim jest droga, zwraca się do właściwego organu o rozpoczęcie takiego postępowania.

5. Pozyskanie gruntu na podstawie ustawy z 10 kwietnia 2003 r. o szczególnych zasadach przygotowania i realizacji inwestycji w zakresie dróg publicznych z późniejszymi zmianami miało zmienić procedurę pozyskania gruntu pod drogi. Konieczne jednak okazało się wprowadzenie zmian do ustawy, gdyż zapisy pierwotnie wprowadzone nie powodowały przyśpieszenia nabywania gruntu. W obecnym brzmieniu „specustawy” Skarb Państwa nabywa z mocy prawa nieruchomości na podstawie decyzji o zezwoleniu na realizację inwestycji drogowej.

Decyzja o zezwoleniu na realizację inwestycji drogowej jest wydawana na wniosek zarządcy drogi, który musi zawierać:

- mapę w skali co najmniej 1:5000 przedstawiającą proponowany przebieg drogi, z zaznaczeniem terenu niezbędnego dla obiektów budowlanych oraz istniejące uzbrojenie terenu,
- analizę powiązania drogi z innymi drogami publicznymi,
- mapy zawierające projekty podziału nieruchomości,
- określenie zmian w dotychczasowej infrastrukturze zagospodarowania terenu,
- cztery egzemplarze projektu budowlanego wraz z zaświadczeniami,
- opinie (opcjonalnie, ministra zdrowia, dyrektora urzędu morskiego, organu nadzoru górniczego, dyrektora lasów państwowych, konserwatora zabytków, zarządcy infrastruktury kolejowej).

Organ do którego wpłynął wniosek – wojewoda albo starosta – wysyła zawiadomienie o rozpoczęciu wydania decyzji o zezwoleniu na realizację inwestycji właścicielom lub użytkownikom wieczystym nieruchomości. Zawiadamiają także pozostałe strony w drodze obwieszczeń, w urzędzie wojewódzkim lub starostwie powiatowym, a także w urzędach gmin właściwych ze względu na przebieg drogi, na stronach internetowych i w prasie lokalnej. Doręczenie zawiadomienia uznaje się za skuteczne, gdy zostało wysłane na adres zawarty w katastrze nieruchomości. Zawiadomienie musi w szczególności zawierać oznaczenie nieruchomości bądź ich części, a także informacje o terminie i miejscu, w którym strony mogą się zapoznać z aktami sprawy. Decyzja o ustaleniu lokalizacji drogi zostaje wydana zgodnie z przepisami kodeksu postępowania administracyjnego. Wojewoda w odniesieniu do dróg krajowych i wojewódzkich albo starosta w odniesieniu do dróg powiatowych i gminnych doręczają decyzję o zezwoleniu na realizację inwestycji drogowej wnioskodawcy oraz zawiadamiają o jej wydaniu pozostałe strony w drodze obwieszczeń, odpowiednio w urzędzie wojewódzkim bądź starostwie powiatowym oraz w urzędach gmin właściwych ze względu na przebieg drogi, na stronach internetowych tych gmin, a także w prasie lokalnej. Ponadto wysyłają zawiadomienie o wydaniu decyzji o zezwoleniu na realizację inwestycji drogowej dotychczasowemu właścicielowi lub użytkownikowi wieczystemu na adres wskazany w katastrze nieruchomości. Zawiadomienie o wydaniu decyzji o zezwoleniu na realizację inwestycji drogowej zawiera informację o miejscu, w którym strony mogą zapoznać się z treścią decyzji.

Od decyzji o zezwoleniu na realizację inwestycji drogowej stronie służy odwołanie do organu wyższego stopnia, którym mogą być:

- 1) wojewoda w przypadku wydania decyzji przez starostę;
- 2) minister właściwy w przypadku wydania decyzji przez wojewodę.

Odwołanie strony od decyzji o zezwoleniu na realizację inwestycji drogowej rozpatruje się w terminie 30 dni, a skargę do sądu administracyjnego w terminie dwóch miesięcy. W postępowaniu przed organem odwoławczym oraz przed sądem administracyjnym nie można uchylić decyzji w całości ani stwierdzić jej nieważności, gdy wadą dotknięta jest tylko część decyzji dotycząca odcinka drogi, nieruchomości, działki.

CHARAKTERYSTYKA ODCINKA AUTOSTRADY A1 W WOJEWÓDZTWIE ŚLĄSKIM

Autostrada A1 jest płatną autostradą zaprojektowaną w przebiegu północ – południe. Trasa przewiduje połączenie drogowe z Trójmiasta do Gorzyczek, gdzie znajduje się przejście graniczne z Czechami. W woj. śląskim przyszła autostrada A1 ma długość 166,8 km. Ze względu na sposób finansowania autostrada realizowana jest w trzech segmentach:

- od północy odcinek „granica z województwem łódzkim – Pyrzowice” realizowany będzie w systemie koncesyjnym,
- po środku odcinek „Pyrzowice – Maciejów – Sośnica” wraz z węzłem Sośnica w systemie tradycyjnym,
- na południu odcinek „Sośnica – granica państwa z Republiką Czeską” w Gorzyczkach finansowany jest z funduszu spójności.

Budowę „śląskiego” odcinka A1 podzielono na osiem odcinków realizacyjnych: granica woj. łódzkiego – węzeł Rzasawa, węzeł Rzasawa – węzeł Woźniki, węzeł Woźniki – lotnisko Pyrzowice, lotnisko Pyrzowice – węzeł Maciejów, węzeł Maciejów” – węzeł Sośnica, węzeł Sośnica – Bełk, Bełk – Świerklany, Świerklany – Gorzyczki. Na odcinku województwa śląskiego planowana autostrada przechodzi głównie przez tereny leśne, łąki, grunty orne, obszary rolnicze, wsie i małe miasta z wyjątkiem miasta Częstochowa. Są to tereny, na których dominuje zabudowa o charakterze jednorodnym lub wielorodzinnym, o małym stopniu zurbanizowania i mniejszej gęstości zaludnienia.

PROCES POZYSKANIA NIERUCHOMOŚCI NA „ŚLĄSKIM” ODCINKU AUTOSTRADY A1

Na każdym odcinku realizacji autostrady jednym z najważniejszych problemów do rozwiązania jest kwestia pozyskania gruntu. Zadaniem projektanta jest takie poprowadzenie przebiegu trasy, by ciąg komunikacyjny nie stanowił problemu dla ludzi i środowiska, w sąsiedztwie, których planuje się budowę tych najważniejszych budowli inżynierskich. Optymalne zaprojektowanie trasy niestety nie zawsze jest możliwe i konieczne staje się naruszenie praw osób trzecich, w tym prawa własności. Pod budowę „śląskiego” odcinka autostrady niezbędne było pozyskanie **10 818** działek. Ich liczbę, strukturę własności oraz sposób nabycia na poszczególnych odcinkach realizacyjnych przedstawiają tabele 1 i 2.

Tabela 1. Liczba i struktura własności nieruchomości „śląskiego” odcinka A1

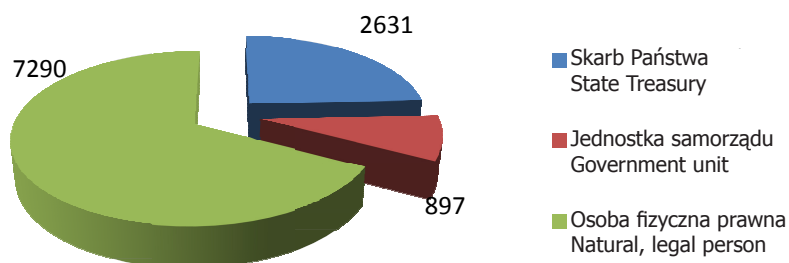
Table 1. Number and ownership structure of properties for a stretch of the A1 motorway in Silesia

Nazwa odcinka Stretch	Całkowita liczba nieruchomości Total number of properties	Własność Ownership		
		Skarb Państwa State Treasury	Jednostka samorządu lokalnego Local govern- ment unit	Osoba fizyczna prawna Natural/legal person
Granica woj. śląskiego z woj. łódzkim Border of Silesian and Łódź Voivodeship	1702	749	25	928
Rzasawa – Woźniki	3152	321	108	2723
Woźniki – Pyrzowice	885	215	75	595
Pyrzowice – Maciejów	1749	550	255	944
Maciejów – Sośnica i węzeł Sośnica	635	159	243	233
Sośnica – Bełk	523	131	90	302
Bełk – Świerklany	835	230	49	556
Świerklany – Gorzyczki	1337	276	52	1009
Razem: Total:	10 818	2631	897	7290

Tabela 2. Liczba i forma nabycia nieruchomości „śląskiego” odcinka A1
 Table 2. Number and method of acquiring properties for a stretch of the A1 motorway in Silesia

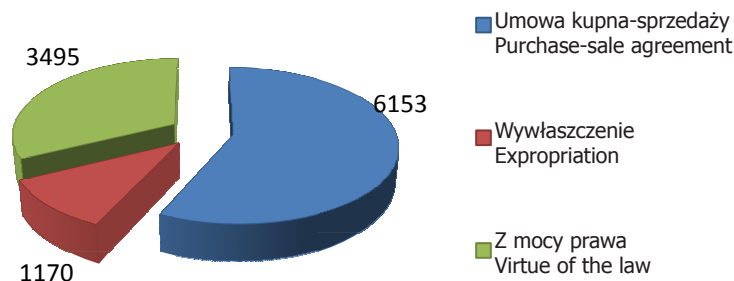
Nazwa odcinka Stretch	Liczba działek Number of properties	Forma nabycia		
		Umowa kupna-sprzedaży Purchase-sale agreement	Wywłaszczenie Expropriation	Z mocy prawa By virtue of the law
Granica woj. śląskiegoz woj. łódzkim Border of Silesian and Łódź Voivodeship	1702	721	201	774
Rząsawa-Woźniki	3152	2334	389	429
Woźniki – Pyrzowice	885	529	66	290
Pyrzowice – Maciejów	1749	778	166	805
Maciejów – Sośnica i węzeł Sośnica	635	119	114	402
Sośnica – Bełk	523	259	43	221
Bełk – Świerklany	835	543	55	246
Świerklany – Gorzyczki	1337	879	130	328
Razem: Total:	10 818	6153	1170	3495

Na podstawie analiz dokumentacji formalno-prawnej na potrzeby nabycia gruntów, dokumentów dotyczących stanu własności gruntów oraz bazy informacyjnej uzyskanej z GDDKiA opracowano strukturę własności nieruchomości, co przedstawia rysunek 1.



Rys. 1. Struktura własności nieruchomości „śląskiego” odcinka A1
 Fig. 1. Ownership structure of properties for a stretch of a A1 motorway in Silesia

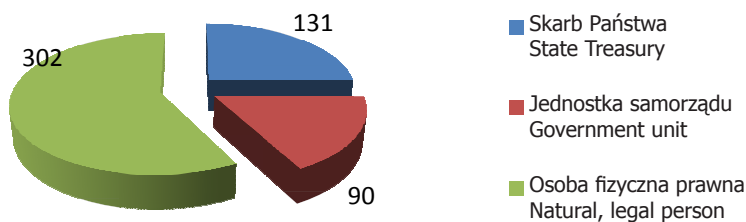
Z dokumentów dotyczących stanu prawnego gruntów oraz pozyskania nieruchomości na rzecz Skarbu Państwa (akty notarialne, decyzje) oraz bazy informacyjnej uzyskanej z GDDKiA określono liczbę działek według sposobu ich wykupu co obrazuje rysunek 2.



Rys. 2. Forma nabycia nieruchomości w przypadku „śląskiego” odcinka A1
Fig. 2. Method of acquiring properties for a stretch of the A1 motorway in Silesia

Odcinek Gliwice Sośnica – Bełk o długości 15,4 km

Decyzja lokalizacyjna omawianego odcinka została wydana przez Wojewodę Śląskiego 3 kwietnia 2003 r. i stała się ostateczna z dniem 6 maja 2003 roku. Teren, który został przeznaczony na realizację tego odcinka wraz z towarzyszącymi jej obiektami usytuowany w gminach Gliwice, Knurów, Gierałtowie, Czerwionka – Leszczyny obejmował 523 działki. Na rysunku 3 została przedstawiona struktura własności gruntów na tym odcinku.



Rys. 3. Struktura własności na odcinku Sośnica-Bełk
Fig. 3. Ownership structure of properties for the Sośnica-Bełk segment

Grunty będące własnością Skarbu Państwa stanowiły 25%, zaś gminy 17% wszystkich nieruchomości niezbędnych do realizacji inwestycji.

Odcinek „granica województwa łódzkiego – węzeł Pyrzowice” 74.6 km

Rozpoczynający od północy „śląską” część autostrady odcinek „granica województwa łódzkiego – węzeł Pyrzowice” wymagał uzyskania prawa do dysponowania nieruchomością dla 5741 nieruchomości, z czego 3976 stanowiło własność osób fizycznych lub prawnych, zaś 1765 działek było własnością Skarbu Państwa lub samorządu lokalnego, co stanowiło 31% wszystkich nieruchomości. Z pozostałych do nabycia 88% nieruchomości nabyto na podstawie umowy kupna-sprzedaży, zaś 6% działek miało nieuregulowany stan prawny, dane te zawiera tabela 3.

Tabela 3. Forma nabycia nieruchomości na odcinku „granica województwa łódzkiego – węzeł Pyrzowice”

Table 3. Method of acquiring properties on a segment near the border of the Łódź Voivodeship – interchange Pyrzowice

Sposób pozyskania nieruchomości Method of acquiring properties	Liczba działek Number of properties	Pow. [ha] Surface
Umowa kupna-sprzedaży Purchase-sale agreement	3485	668,4
Wywłaszczenie Expropriation	234 231*	45,2 31,5
Pozostałe Other	15	2,3
Razem Total	3976	747,4

* wywłaszczenie – nieregulowany stan prawny

Z przedstawionych danych i przeprowadzonych analiz wynika, że na poszczególnych odcinkach grunty będące własnością osób fizycznych lub prawnych stanowiły od 36 do 86% ogółu nieruchomości, zaś licząc dla całego „śląskiego” odcinka było to 67% wszystkich działek. Nieruchomości o nieregulowanym stanie prawnym stanowiły od 2 do 10% nabywanych działek. Proces pozyskiwania gruntów w przypadku przedmiotowego odcinka autostrady w formie umowy notarialnej został dokonany w zdecydowanej większości nieruchomości, zawiera się w przedziale od 51 do 96%, przy czym odcinek Maciejów – Sośnica i węzeł Sośnica jest jedynym, gdzie w ten sposób nabyto tylko 51% gruntów. Na całym odcinku ta forma nabycia została zastosowana w przypadku około 84% nieruchomości.

W drodze decyzji wywłaszczeniowej pozyskano od 10 do 22% działek, tylko na jednym odcinku Maciejów – Sośnica i węzeł Sośnica było to 49% nieruchomości, zaś na całym odcinku w woj. śląskim tym sposobem pozyskano 16% wszystkich działek niezbędnych do budowy tego odcinka autostrady. Z ogólnej liczby działek i długości „śląskiego” A1, na 1 km trasy trzeba było pozyskać około 65 nieruchomości, zaś na odcinku granica województwa łódzkiego – węzeł Pyrzowice” na 1 km nabyto około 77 działek, na odcinku Sośnica-Belk 34 działki.

PODSUMOWANIE

Na całym procesie przygotowania tej inwestycji drogowej do realizacji pozyskiwanie gruntów niezbędnych do zajęcia pod pas drogowy napotykał na szczególne trudności związane z:

- rozdrobnieniem gospodarstw, co oznacza bardzo dużą liczbę działek niezbędnych do zajęcia pod inwestycje, przy takiej samej procedurze niezależnie od wielkości działek,
- występowaniem działek o nieregulowanych stanach prawnych (brak dokumentów o prawie własności),

- dużą liczbą uczestników tych procedur – autostrada nawet na krótkich odcinkach realizacyjnych często przebiega przez kilka gmin czy powiatów,
- obowiązywaniem podwójnych dokumentów prawnych w obrocie nieruchomościami,
- nabywaniem nieruchomości obciążonych ograniczonymi prawami rzeczowymi, gdyż rodzi to problemy związane ze zwolnieniem z tych praw nabywanych nieruchomości, np. nieruchomości obciążone hipoteką.

Podczas nabywania gruntów miał miejsce precedens, gdy okazało się, że autostrada A1 na śląskim odcinku ma przebiegać przez 30 działek należących do obywateli Czech. Większość terenów leży tuż obok planowanej drogi, ale sześć działek znajduje się bezpośrednio na trasie A1, w danym momencie nie istniały przepisy prawne, które pozwalałyby kupić od Czechów ich ziemię.

Ustawodawca nie poruszył w „specustawie” kwestii nieruchomości, dla których brak jest przeprowadzonego postępowania w sprawie stwierdzenia nabycia spadku, co nie jest jednoznaczne z nieruchomością o nieuregulowanym stanie prawnym. Tym samym kwestia takich nieruchomości nie jest uregulowana ani w „specustawie”, ani w ustawie o gospodarce nieruchomościami.

W procesie nabywania nieruchomości występują także problemy z zamianą nieruchomości, czyli kwestia dokonywania zamian nieruchomości Skarbu Państwa na nieruchomości będące własnością osób fizycznych. W całej gamie problemów w pozyskiwaniu gruntów pod budowę autostrady należy wspomnieć też o niechęci właścicieli do zbywania swoich gruntów, zwłaszcza gdy projektowany odcinek autostrady biegnie „po nowym śladzie”.

Poszukując rozwiązań pozwalających na przyspieszenie realizacji procesu inwestycji, należy usprawnić współpracę między jednostkami współuczestniczącymi w pozyskiwaniu nieruchomości: sądami, urzędami administracji prowadzącymi sprawy: gospodarki nieruchomościami, ewidencji gruntów i budynków, zasobami geodezyjnymi i kartograficznymi. Decydujące znaczenie mają też czynnik ludzki i sprawność organizacyjna, gdyż wiele spraw mogłoby być załatwiane bez zbędnej zwłoki.

Praktyka wykazała jednak, że przepisy „specustawy” wprawdzie usprawniły i skróciły proces przygotowania inwestycji do realizacji, ale potrzeby i oczekiwania w tym zakresie były znacznie większe. Podsumowując, można stwierdzić, że procedury nabywania nieruchomości pod budowę i rozbudowę dróg krajowych są coraz doskonalsze, niemniej dostrzegalne są jeszcze mankamenty przepisów obecnie obowiązującego prawa, często powodujące trudności w stosowaniu oraz konieczność jego interpretowania.

PIŚMIENNICTWO

Liberacki B., 2008. Zbrodnia autostradowa, Wprost nr 24.

Opis techniczny projektu wykonawczego „Budowa Autostrady Płatnej A1.

Ustawa z 21 sierpnia 1997 r. o gospodarce nieruchomościami z późniejszymi zmianami. Dz.U. z 2010 r. Nr 102, poz. 651 (brzmienie od 3 stycznia 2013).

Ustawa z dnia 27 października 1994 r. o autostradach płatnych oraz Krajowym Funduszu Drogowym, art. 1 Dz.U. z 1994 r. Nr 127, poz. 627.

Ustawa z 10 kwietnia 2003 roku o szczególnych zasadach przygotowania i realizacji inwestycji z zakresu dróg publicznych, Dz.U. z 2008 r. Nr 193, poz. 1194 z późniejszymi zmianami.

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 15 maja 2004 r. w sprawie sieci autostrad i dróg ekspresowych. (Dz.U. z dnia 4 czerwca 2004 r.)

Strony internetowe

www.gddkia.gov.pl, www.gddkia.gov.pl/pl/220/gddkia-katowice
www.a1.sosnica-belk.pl

ANALYSIS OF THE PROCESS OF LAND ACQUISITION FOR PUBLIC ROADS FROM A SEGMENT OF THE A1 MOTORWAY

Abstract. For many years, there has been an ongoing debate in Poland on road and rail infrastructure. Legislation was passed aimed at accelerating and simplifying the procedures required to construct new roads. This article takes a look at the problematic legal issues involved in acquiring land for the purpose of road construction. The first part reviews the rules and procedures for expropriating property for this type of project. The second part presents an analysis of how these principles were followed for a stretch of the A1 toll road.

Key words: special purpose road act, expropriation, public investment, road investment

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 30.09.2013

Do cytowania – For citation: Maria W., 2013. Analiza procesu pozyskiwania gruntu pod drogi publiczne na przykładzie odcinka autostrady A1. *Acta Sci. Pol. Geod. Descr. Terr.*, 12 (3), 27–38.

SPIS TREŚCI CONTENTS

Agnieszka Chojka, Zenon Parzyński

Umlologia w praktyce	5
UML methodology in practice	

Czesław Suchocki, Marzena Damińska-Suchocka,

Paweł Bloch, Marcin Stec

Ocena dokładności numerycznego modelu terenu zbudowanego z danych bezpośrednich.....	17
An evaluation of digital terrain model accuracy using direct survey data	

Maria Wojtas

Analiza procesu pozyskiwania gruntu pod drogi publiczne na przykładzie odcinka autostrady A1	27
Analysis of the process of land acquisition for public roads from a segment of the a1 motorway	