

## TRANSFORMACJA ZBIORÓW GESUT Z POSTACI CAD DO GIS 3D

### TRANSFORMATION GESUT DATA FROM CAD TO GIS 3D

**Elżbieta Lewandowicz, Dorota Kacprzak**

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Geodezji i Gospodarki Przestrzennej,  
Katedra Geodezji Szczegółowej

**Słowa kluczowe: K-GESUT, CAD do GIS, kanalizacja deszczowa**  
Keywords: K-GESUT, CAD to GIS, rainwater drainage

### Wprowadzenie

K-GESUT, czyli Krajowa Baza Danych Geodezyjnej Ewidencji Sieci Uzbrojenia Terenu, to jeden z pięciu projektów zaproponowanych przez Głównego Geodetę Kraju (Bujakowski, 2012). Druga zapowiedź GgK wiąże się z budową zasobu geodezyjnego w standardzie 3D, jako rozwiązania przyszłościowego. Przyjęto etapy tworzenia K-GESUT, których realizacja jest już umocowana w prawie (Rozporządzenie 2013, 2014) i obejmuje:

- rozbudowę systemu do prowadzenia K-GESUT,
- dostosowanie dotychczas zebranych danych dotyczących sieci uzbrojenia terenu do modelu zgodnego z rozporządzeniem Ministra Administracji i Cyfryzacji w sprawie bazy danych geodezyjnej ewidencji sieci uzbrojenia terenu, bazy danych obiektów topograficznych oraz mapy zasadniczej,
- budowę krajowej bazy danych ewidencji sieci uzbrojenia terenu,
- weryfikację danych i harmonizację zbiorów danych dotyczących K-GESUT,
- modyfikację i usprawnienie procesu tworzenia mapy infrastruktury technicznej,
- modernizację systemu K-GESUT w celu tworzenia wizualizacji kartograficznej i publikacji mapy infrastruktury technicznej.

Obecnie zbiory GESUT w Polsce są gromadzone w systemach mapy zasadniczej. Forma ich gromadzenia jest różna. Można znaleźć wzorcowe przykłady wykorzystujące zbiory bazodanowe, a także takie, w których informacja jest tylko zapisana w grafice systemów CAD. Systemy bazodanowe ułatwią konwersję danych do nowych formatów, trudniej będzie wykonać ją, gdy dane gromadzone są tylko w grafice systemów CAD.

Wsluchując się w zapowiedzi Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii (GUGiK), podjęto próbę dostosowania danych o sieci uzbrojenia terenu, dostępnych na mapie zasadniczej w formie grafiki CAD, do nowych struktur bazodanowych w przestrzeni 3D. Podobne prace prowadzone są w innych ośrodkach miejskich i uniwersyteckich (He i in., 2011) (Li, Chunhua, 2010).

Realizując cel, postanowiono wykorzystać wybrane dane z mapy zasadniczej w formie pliku dxf i przetransformować je do standardu GIS w 3D. Transformacja ta jest elementem bardzo istotnym w procesie dostosowania danych zebranych w Powiatowym Ośrodku Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (PODGiK), do modelu zgodnego z rozporządzeniem Ministra Administracji i Cyfryzacji i przyszłym celem budowy zbiorów zasobu geodezyjnego w 3D. Podejmując się tego zadania, opracowano metodykę eksperymentu, która wiązała się z:

- rozeznaniem danych wyjściowych w CAD w oparciu o model danych GESUT (Rozporządzenie, 2013),
- realizacją konwersji danych CAD do GIS 3D,
- oceną wyników.

Po omówieniu wyników realizacji eksperymentu dokonano podsumowania i sformułowano wnioski końcowe.

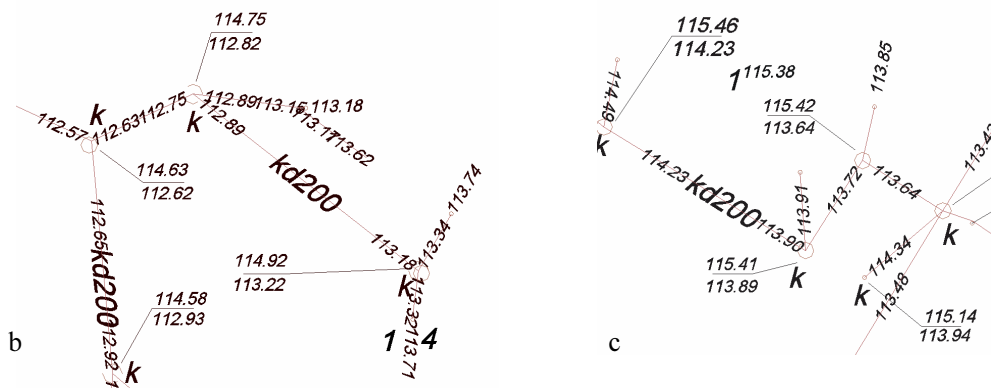
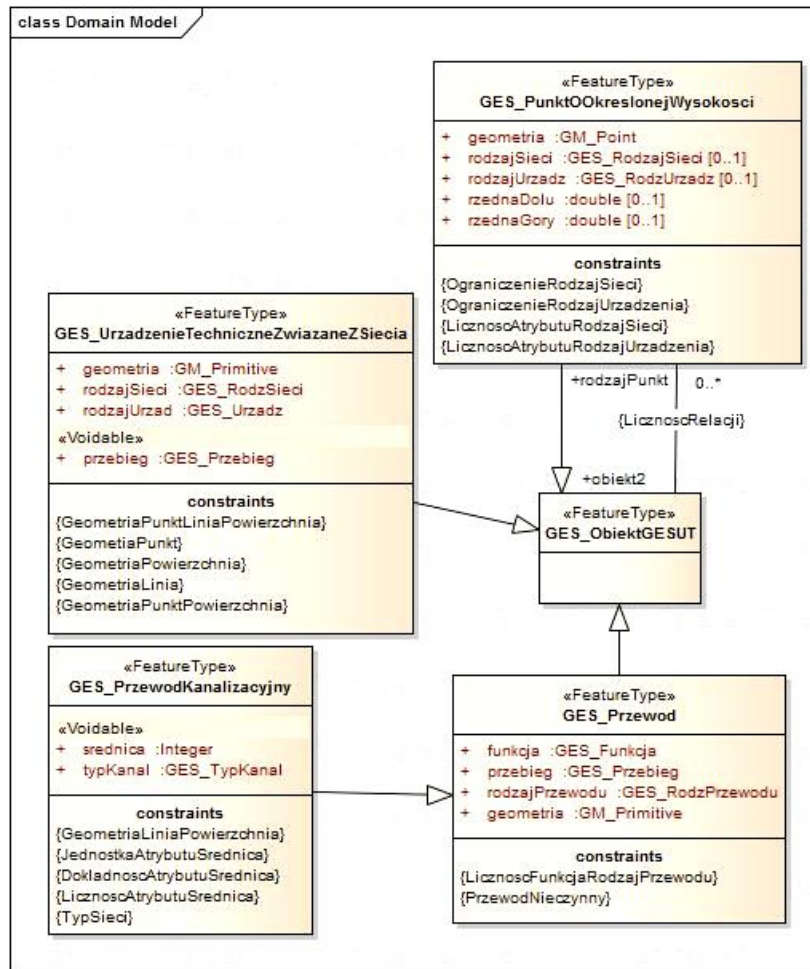
## Realizacja praktyczna

### Ocena danych wyjściowych

Przyjęto, że obiektem niniejszego eksperymentu będzie część geodezyjnej ewidencji sieci uzbrojenia terenu, a mianowicie dane kanalizacji deszczowej, ograniczone do terenu kampusu uniwersyteckiego Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, Kortowa. Dane wyjściowe przyjęte do eksperymentu obejmują obszar około 100 hektarów (rys. 3). Obiekty związane z kanalizacją deszczową, czyli: linie, punkty oraz opisy, zostały pozyskane z 15 warstw rysunku CAD. Wielość warstw wynikała nie tylko z różnorodności obiektów, a także z tego, że na różnych warstwach zapisywano dane z digitalizacji i z pomiaru. Ten sposób gromadzenia pozwalał wyróżnić źródła pochodzenia danych, ale i podwajał liczbę warstw. I tak, na warstwach UKKPAA, UKKPAD – znajdują się studzienki oraz wpusty deszczowe. Podobnie na warstwach UKKOAA, UKKOOD znajdują się opisy rzędnych studzienek (górných i dolnych), odnośniki oraz opisy rodzaju sieci i wielkości przekrojów poziomych ( $k$ ,  $kd$ ). Taka warstwowość jest powszechnie stosowana zgodnie z Wytycznymi Technicznymi K-1.1 (GGK, 1996).

Po wstępnej ocenie danych stwierdzono, że przedstawione zbiory zawierają dane geometryczne, przedstawiające przebieg sieci w przestrzeni 2D i opisowe w formie tekstów, które powinny pozwolić na przeniesienie ich do przestrzeni 3D. Obiekty tekstowe opisują odcinki sieci atrybutami, które powinny znaleźć się w tabelach atrybutowych. Dane są wystarczające do przeprowadzenia konwersji, o ile są one kompletne i spójne. Przyjęto, że pozyskane dane, wpisane zostaną w uproszczony model danych, przedstawiony na rysunku 1, zbudowany na podstawie danych z rozporządzenia (Rozporządzenie, 2013). W przyjętym modelu brakuje atrybutów, których nie można pozyskać z rysunku CAD. Nie uwzględniono żadnego atrybutu klasy GES\_ObiektGESUT oraz wybranych atrybutów obiektów klas:

- GES\_PrzewodKanalizacyjny (*wymiarPionowy*, *wymiarPoziomy*),
- GES\_PunktOOKreślonejWysokości (*rodzajBudowli*, *rodzajObudowy*).

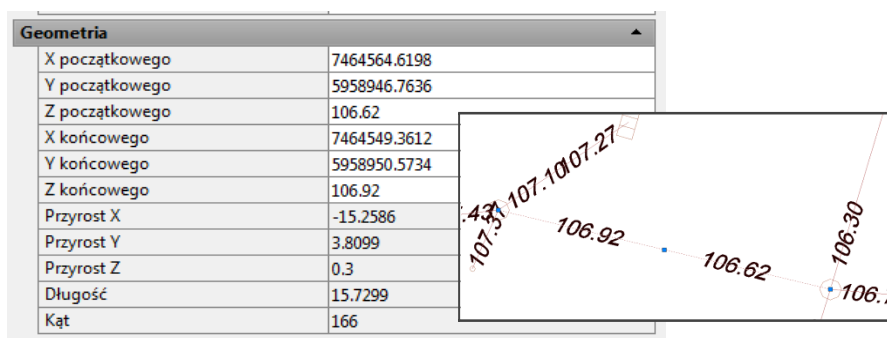


Rysunek 1: a – uproszczony diagram GESUT, b, c – źródłowe dane opisowe na mapie GESUT (Rozporządzenie, 2013; Kacprzak, 2014)

### Konwersja danych do GIS 3D

Do realizacji praktycznej konwersji danych, wykorzystano oprogramowanie AutoCad Map 3D i ArcGIS. Istota przeprowadzonych działań wiązała się z:

- uporządkowaniem obiektów liniowych – odcinków sieci, poprzez doprowadzenie ich do formy topologicznej 2D
  - nadaniem liniom wysokości przez przeniesienie rzędnych wlotów do studzienek, do współrzędnych z punktów początkowych i końcowych linii (rys. 2),



**Rysunek 2.** Przeniesienie rzędnych początku i końca linii do baz atrybutowych oraz opisów przewodów

- przypisaniem liniom atrybutów opisujących odcinki przewodu (opis rodzaju sieci i wielkość przekroju poziomego) przez selekcję opisów i wykonanie złączenia przestrzennego tych danych z liniami w oparciu o najbliższe położenie (rys. 4),
- manualną korektę wyników,
- uporządkowaniem obiektów punktowych – nadaniem wysokości obiektom punktowym: studzienkom i kratkom deszczowym, wiążącym się z przypisaniem rzędnych górnych i dolnych, polegającym na przeniesieniu danych opisowych (tekstów CAD) z warstw do tabel atrybutowych, przez:
  - selekcję opisów,
  - złączenia przestrzenne w oparciu o najbliższe położenie,
  - manualną korektę wyników,
- zamianą obiektów liniowych i punktowych na bryły w przestrzeni 3D w oparciu o uzyskane dane.

Powyższe działania powinny być wystarczające do wizualizacji 3D sieci kanalizacji deszczowych. Na rysunku 4a pokazano wynik w trzech rzutniach na tle płaskiej mapy w programie AutoCad Map 3D. Do pełniejszej prezentacji 3D zbudowano uproszczony numeryczny model terenu (NMT), na podstawie rzędnych górnych studzienek kanalizacyjnych. Ten model pozwolił na wyniesienie innych obiektów mapy 2D do przestrzeni 3D. W tej scenarii wyraźnie widać przebieg przewodów kanalizacyjnych, pokazanych w programie ArcScene (rys. 4b, 5).

### Ocena wyników

Na rysunkach 4 i 5 przedstawiono efekt eksperymentu w formie wizualizacji 3D. Przebieg przewodów pokazano na tle innych obiektów. Konwersji danych sieci kanalizacji desz-

czowej nie wykonano do końca prawidłowo. Wynikało to z tego, iż dane na mapie były niekompletne, brakowało rzędnych odcinków przewodów, a jedna trzecia odcinków ma przypisaną jedną wysokość (brak spadku). Tak zdarza się, gdy zróżnicowane są źródła danych przestrzennych w państwowym zasobie geodezyjnym i kartograficznym. Służba geodezyjna inwentaryzuje nowe sieci uzbrojenia terenu przed zasypaniem od lat 70. ubiegłego stulecia. Treść cyfrowej mapy GESUT w Olsztynie, tworzona była z digitalizacji pierwowzórów, uzupełniana danymi branżowymi, przy współudziale wszystkich przedstawicieli firm zajmujących się sieciami infrastruktury podziemnej. Dane były uzupełniane w wywiadzie terenowym. Na warstwach danych wyjściowych można spotkać notatki związane z pomiarami uzupełniającymi, informującymi, że studzienki są na przykład zaasfaltowane, a nawet zasypane. Pomiarów rzędnych dna przewodów eksploatowanych nie wykonywano w pełni, gdyż wiązałoby się to z dużymi kosztami związanymi z pracami odkrywcowymi w terenie miejskim. Brak pełnych danych opisowych może wiązać się także z tym, że zgodnie ze sztuką kartograficzną, treść rysunku mapy jest zgeneralizowana. Może dlatego, krótkie odcinki przewodu nie mają pełnego opisu dwóch rzędnych, który by czynił rysunek nieczytelnym (rys. 1). Wykonując konwersję danych GESUT do standardu GIS 3D, należy brakujące dane pozyskać z dokumentacji pomiarowej lub wykonać pomiar uzupełniający.

## Podsumowanie i wnioski

Transformacja zbiorów 2D do przestrzeni trójwymiarowej, stanowi nowe wyzwanie przed służbą geodezyjną. Wynikiem tej transformacji będzie nowa jakość danych. Główną zaletą będzie przetransferowanie atrybutów opisujących rzędne sieci, nie tylko do tabel atrybutowych, ale i do zapisu punktów, linii, powierzchni i brył, w trzech wymiarach. W wyniku tych działań, klasyczna mapa zasadnicza, zawierająca uzbrojenie terenu, zostanie uwolniona od dużej liczby opisów, zaciemniającej treść sytuacyjną. Będą one generowane w zależności od potrzeb. W przestrzeni 3D, wizualizacja przewodów GESUT będzie charakteryzować się wyższą jakością i ułatwi wyróżnienie kolizji w pracach projektowych. Transformacja danych GESUT i innych danych, a szczególnie sytuacyjnych, do przestrzeni 3D ułatwi również analizy. W przypadku sieci kanalizacji deszczowej, na przykład ocenę dopływu wód opadowych do kanałów. Analizy przepływów w sieci, opierają się na modelu matematycznym, opartym na topologii i danych atrybutowych (Kwietniewski, 2008; Takahashi, 1992; Snoxell, 1992; Wasilewski, 2005). Dostępność do tych danych z tabel atrybutowych ułatwi budowę systemu kontroli i zarządzania przewodami kanalizacyjnymi.

## Literatura

- Bujakowski K., 2012: Działania Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii w obszarze infrastruktury informacji przestrzennej. Warszawa.
- He J., Zou Y., Ma Y., Chen G., 2011: Assistant Design System of Urban Underground Pipeline Based on 3D Virtual City. *Procedia Environmental Sciences* 11: 1352–1358.
- GGK, 1996: Wytyczne Techniczne K-1.1, System informacji o ternie, podział treści podstawowej mapy kraju, Państwowa Służba Geodezyjna i Kartograficzna, Warszawa.
- Li W., Chunhua D., 2010: Application of Virtual Reality Technology in the Information System of the Campus's Underground Pipe Network. *Information Science and Engineering (ICISE)*: 3560–3563, ISBN 978-1-4244-7616-9.

- Rozporządzenie, 2013: Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 21 marca 2013 r. w sprawie bazy danych geodezyjnej ewidencji sieci uzbrojenia terenu, bazy danych obiektów topograficznych oraz mapy zasadniczej. Dz.U. 2013 poz. 383.
- Rozporządzenie 2014: Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 8 lipca 2014 r. w sprawie formularzy dotyczących zgłaszania prac geodezyjnych i prac kartograficznych, zawiadomienia o wykonywaniu tych prac oraz przekazywaniu ich do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego. Dz.U. 2014 poz. 924.
- Kacprzak D., 2014: Konwersja danych CAD do standardu GIS na przykładzie sieci kanalizacji deszczowej. Praca dyplomowa UWM w Olsztynie, pod kierunkiem dr hab. inż. Elżbiety Lewandowicz.
- Kwietniewski M., 2008: GIS w wodociągach i kanalizacji. WN-T PWN, Warszawa.
- Takahashi Y., 1992: Mapping System Introduced in Yokosuka City Waterworks Bureau. IWSA Specialised Conference on Geographic Information Systems „Mapping the Future”. Water Supply 10. Water Services Ltd.
- Snoxell J.D., 1992: The uses and values of GIS in the UK Water Industry experiences in Wessex. Water Supply 10. Water Services Ltd.
- Wasilewski S., 2005: System ewidencjonowania sieci wodociągowej i kanalizacyjnej oraz awarii na tych sieciach. Mat. Konf. „GIS, modelowanie i monitoring w zarządzaniu systemami wodociągowymi i kanalizacyjnymi”. Zarząd Główny Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych. Warszawa.

### **Streszczenie**

*Przeprowadzono eksperyment polegający na konwersji danych o sieci kanalizacji deszczowej, zapisanej w mapie zasadniczej, w formie rysunku CAD, do GIS 3D. W pracy przyjęto model danych zgodnie z obowiązującym standardem. Zaproponowano metodykę przekształceń w oparciu o dostępne narzędzia CAD i GIS. Wynikiem pracy jest zbiór danych zapisanych w geobazie oprogramowania ArcGIS. Wizualizacja zbiorów w przestrzeni 3D, w programie ArcScene, jest uwieńczeniem eksperymentu.*

### **Abstract**

*An experiment was carried out consisting in conversion of data about rainwater drainage recorded on the basic map in the form a CAD drawing, into 3D GIS. In this work, the model of data according to binding standard was used. The method of transformation proposed is based on accessible CAD and GIS tools. The result of the work is a dataset recorded as a geobase of ArcGIS. The experiment is finished by visualization of the dataset in 3D by means of ArcScene.*

dr hab. inż. Elżbieta Lewandowicz  
leela@uwm.edu.pl

mgr Dorota Kacprzak  
kacprzakdorota@interia.pl



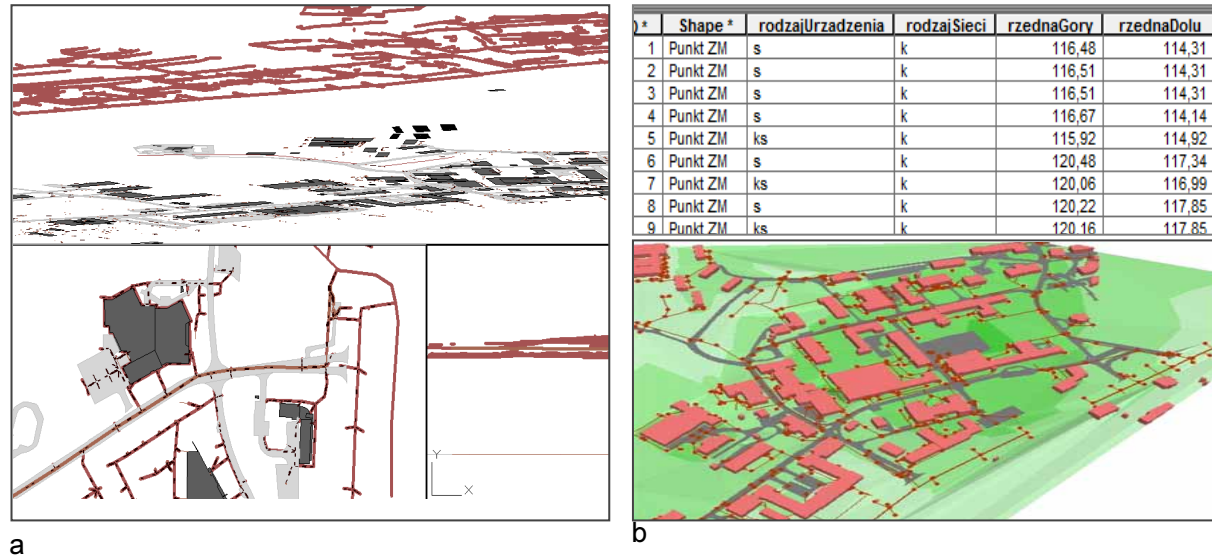
a



b

**Rysunek 3.** Obszar opracowania, dane wyjściowe do przeprowadzenia eksperymentu, widok przebiegu sieci kanalizacji deszczowej:  
a – samej sieci, b – sieci z widoczną lokalizacją budynków

**Rysunek 4.** Prezentacja przebiegów przewodów kanalizacyjnych:  
a – w AutoCad Map 3D w trzech rzutniach, na tle płaskiej mapy,  
b – w ArcScene z NMT i widocznymi atrybutami obiektów klasy SUSU



**Rysunek 5:**  
a – wizualizacja przebiegu sieci kanalizacji deszczowej,  
b – opis wybranego odcinka sieci w tabeli

