

Andrzej Uznański*

WYKORZYSTANIE PAKIETU AUTODESK LAND SOLUTIONS DO OPRACOWANIA PROJEKTÓW REALIZOWANYCH TECHNIKĄ RTK GPS**

1. Wstęp

Rozwój satelitarnych technik pomiarowych oraz oprogramowania inżynierskiego umożliwia użytkownikowi coraz efektywniejsze ich wykorzystywanie do rozwiązywania różnorodnych zagadnień inżynierskich. Następuje coraz większa integracja produktów programistów i producentów instrumentów geodezyjnych.

Klasycznym programem do opracowywania projektów technicznych jest AutoCad. Czasy wykorzystywania tego programu tylko do wykonywania rysunków należą do odległej przeszłości, gdyż firma Autodesk stworzyła na jego bazie pakiet Autodesk Land Solutions (ALS). Aktualnie jest to uniwersalna platforma programowa ułatwiająca realizację wielu projektów geodezyjnych. Również producenci sprzętu geodezyjnego pragnąc zwiększyć atrakcyjność rynkową swoich produktów, wprowadzili do geodezyjnych odbiorników satelitarnych aplikacje inżynierskie. Ponadto firmowe oprogramowanie przeznaczone pierwotnie tylko do opracowywania obserwacji satelitarnych potrafi wspierać coraz szersze spektrum zagadnień geodezyjnych.

W pracy przedstawiono sposoby efektywniejszego uzupełnienia możliwości realizacji zagadnień geodezyjnych techniką RTK GPS z wykorzystaniem odbiorników satelitarnych SR530 firmy Leica z opcjonalnym oprogramowaniem inżynierskim o opracowanie danych w pakiecie programów Autodesk Land Solutions. Zaprezentowano również możliwości oprogramowania firmowego odbiorników SR530.

2. Możliwości odbiorników SR530

Oszacowanie zakresu możliwości wsparcia pakietem ALS geodezyjnej realizacji projektów techniką RTK GPS wymaga określenia możliwości zastosowań odbiornika SR530 determinowanych w tym względzie przez jego oprogramowanie.

* Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska

** Praca wykonana w ramach badań statutowych, umowa nr 11.11.150.312

Do głównych aplikacji inżynierskich implementowanych w geodezyjnych odbiornikach satelitarnych SR530 należą:

- RoadPlus – do kompleksowej realizacji przestrzennych projektów, zasadniczo tras drogowych, jednakże aplikacja może służyć do realizacji wszelkich projektów złożonych z elementów prostoliniowych, łuków kołowych, kłoid, pionowych łuków parabolicznych takich, jak: tamy, rurociągi, szlaki kolejowe, kanały;
- DTM Stakeout – do prowadzenia pomiarów realizacyjnych i inwentaryzacyjnych w odniesieniu do numerycznego modelu terenu zdefiniowanego w postaci siatki TIN (*Triangular Irregular Network*);
- QuickSlope – do tyczenia linii o zadanym nachyleniu (w szczególności linii skarp wykopów i nasypów), punktów zerowych robót ziemnych oraz punktów pomocniczych umożliwiających ich wznawianie.

Ponadto w odbiornikach dostępne są także opcje:

- Area – do obliczania pól powierzchni działek, których kontur tworzą linie proste i łuki kołowe;
- COGO – do wyznaczenia współrzędnych punktów na podstawie związków geometrycznych spełnianych względem punktów o znanych współrzędnych;
- Line Division – do tyczenia punktów leżących na zdefiniowanej linii w określonych interwałach.

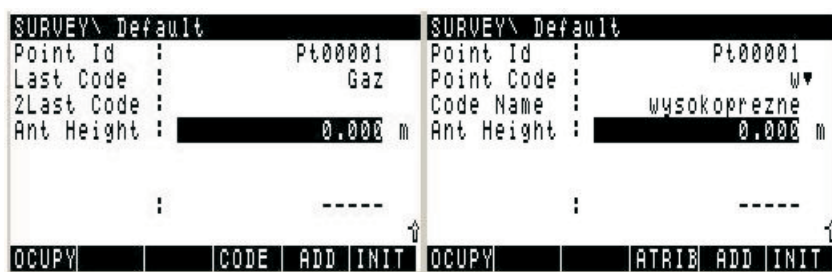
Szerszy opis podstawowych aplikacji RTK GPS można znaleźć w [3]. Z punktu widzenia pracy istotne są możliwości współpracy tych aplikacji z pakietem ALS. Ważną funkcją oprogramowania odbiornika SR530 jest wprowadzanie kodów dla punktów mierzonych w terenie. W tym względzie współpraca z oprogramowaniem ALS pozwala na szczególną efektywność, automatyzując proces tworzenia map, a w terenie – na rezygnację z prowadzenia szkicu.

3. Kodowanie punktów

Przypisywanie kodów punktom w terenie musi spełniać warunek efektywności w celu minimalizacji czasu trwania czynności związanych z pomiarem, ale również maksymalnie upraszczać proces tworzenia mapy. W Systemie GPS 500 są dwa sposoby wprowadzania kodów do punktów: Thematical oraz Free. W każdym z nich tworzy się listy kodów pozwalające na ich grupowanie. Listy kodów można tworzyć w razie potrzeby bezpośrednio w odbiorniku SR530. Praktyczniejsze jednak jest stworzenie ich w opcji Codelist Manager programu SKI Pro i wczytanie do odbiornika (opcja Transfer/Codelist). Kodowanie typu Thematical jest bardzo proste. Kod składa się z informacji o warstwie, nazwie kodu i atrybutach i jest fizycznie zapisywany wraz z współrzędnymi punktu oraz innymi związanymi z punktem informacjami. Do każdego punktu może być dołączony tylko jeden tego typu kod.

Kodowanie swobodne typu Free bazuje na informacjach związanych z czasem pomiaru, a kody są niezależne od punktów i są zapisywane ze znacznikiem czasu pozwalającym

później na eksport punktów w kolejności chronologicznej. Kod nie jest fizycznie zapisywany łącznie z danymi o punkcie. Jest on powiązany z punktem na podstawie porządku chronologicznego, w którym punkt został pomierzony i zapisany oraz w którym został wybrany i zapisany kod typu Free. Jest zatem związany z punktem poprzez czas pomiaru punktu. Połączenie punktów i kodów następuje w aplikacjach typu CAD właśnie na podstawie porządku chronologicznego, gdyż kod jest zapisany w pliku danych przed lub za punktem. Oprogramowanie odbiornika GPS zapewnia tworzenie pliku danych w porządku chronologicznym. Konieczne jest przygotowanie odpowiedniego formatu danych w aplikacji Format Manager i wczytanie do odbiornika (opcja Transfer/GSI/User). Te informacje mogą zostać wykorzystane m.in. w ALS. Kod składa się z nazwy kodu, jego opisu oraz do 20 bloków informacji. Rysunek 1 przedstawia ekrany pomiarowe w przypadku wyboru odpowiednio kodowania typu Free i Thematical. W przykładzie kodowania typu Free podawana jest przedostatnio i ostatnio używana warstwa. Z wiersza klawiszy funkcyjnych można wybrać opcję CODE, aby wybrać lub utworzyć nazwę oraz wprowadzić bloki informacji dodatkowych. W przykładzie kodowania typu Thematical po wyborze warstwy „gaz” istnieje możliwość wyboru np. kodu „w” z opisem „wysokopiętne”. Można dodawać na bieżąco atrybuty (w ostatnim wierszu klawiszy funkcyjnych ekranu opcja ATRIB).



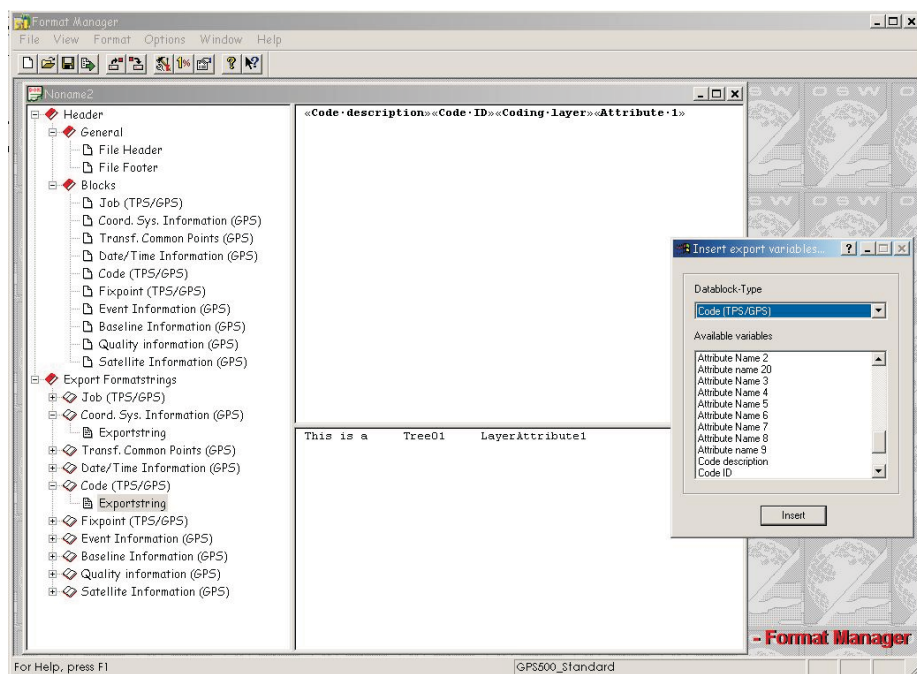
Rys. 1. Ekrany pomiarowe odbiornika SR530 przy wyborze kodowania Free i Thematical

4. Oprogramowanie firmowe SR530

Zasadniczym czynnikiem warunkującym współpracę oprogramowania i sprzętu jest wymiana danych. W przypadku odbiornika SR530 dane mogą być w formacie *.gsi (*Geo Serial Interface*) lub też w niektórych przypadkach w formacie ASCII. Dodatkowo aplikacja DTM potrafi interpretować numeryczny model terenu TIN zapisany w formacie *.dxf z danymi na warstwie „Triangle”. W pakiecie oprogramowania firmowego znajdują się m.in. programy Format Manager, RoadEd, Leica Survey Office oraz SKI Pro.

Program Format Manager umożliwia tworzenie i zarządzanie formatami danych, które wskazują odbiornikowi sposób zapisu danych pomiarowych w pliku ASCII. Edytor ma opcję podglądu stworzonego formatu, który jest aktualizowany w trakcie pracy z programem. Po wybraniu typu instrumentu, oprócz nagłówka, stopki oraz bloków danych tworzonego formatu definiuje się zawartość poszczególnych jego wierszy. Rysunek 2 poglądowo przedstawia działanie programu.

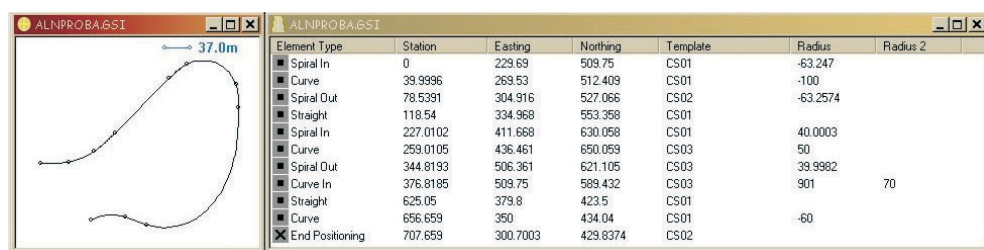
Program RoadEd jest narzędziem typu freeware firmy Leica. Jest to tekstowy edytor plików dotyczących projektów tras drogowych w formacie *.gsi (16 lub 8 bitów) z grafiką oraz kontrolą poprawności wprowadzonych danych w zakresie sprawdzania ciągłości zmian krzywizny trasy drogowej z zadaną tolerancją.



Rys. 2. Program Format Manager – wybór formatu dla kodów punktów

Edytor obsługuje typy plików przeznaczone dla aplikacji RoadPlus odbiornika SR530. Są to pliki o obligatoryjnej konwencji nazw, definiujące trasę drogową: na płaszczyźnie (aln****.gsi, „” oznacza dowolny znak systemu DOS z wyjątkiem znaków specjalnych), niweletę (prf****.gsi), przekroje poprzeczne (crs*.gsi). Ponadto można stworzyć plik przypisujący dany typ przekroju poprzecznego do dowolnego kilometrażu trasy drogowej (crs****.gsi) oraz plik umożliwiający przeliczanie kilometrażu trasy w przypadku modyfikacji pliku definiującego sytuacyjne ukształtowanie trasy drogowej. Edycja elementu w programie polega na wybraniu jego typu, podaniu współrzędnych początku i końca elementu oraz ewentualnych parametrów definiujących krzywiznę elementu w każdym jego punkcie z opcjonalną informacją o typie przekroju poprzecznego w danym punkcie (rys. 3). Program RoadEd nie jest aplikacją do projektowania tras drogowych. Projekt można wykonać w ALS, a następnie przenieść przygotowane dane do formatu *.gsi. Pliki z danymi w formacie *.gsi należy skopiować do podkatalogu \GSI karty PCMCIA odbiornika SR530.

Leica Survey Office jest popularnym wśród użytkowników produktów firmy pakietem, udostępnianym przez producenta na jego stronie internetowej. W skład pakietu wchodzi m.in. RoadLine Editor, edytor współrzędnych, manager listy kodów.



Rys. 3. Fragment projekt trasy drogowej w aplikacji RoadEd

W programie SKI Pro przedmiotem zainteresowania z punktu widzenia tematu jest opcja Export/GIS/CAD. Umożliwia ona zapis projektu z programu SKI Pro w formatach ALS *.dxf (*ASCII Data eXchange Format*) lub binarnym formacie *.dwg, a także w formatach MicroStation (*.dgn) i MapInfo (*.mif). Przy eksporcie danych do formatu programów CAD należy stworzyć lub zmodyfikować istniejącą tzw. tablicę przeglądową funkcji (*Lookup-Table*) i ustalić, które parametry zostaną zapisane w nowym pliku. Należą do nich: tzw. klasa współrzędnych punktu (wszystkie, główne, aktualnie aktywne), typ współrzędnych (współrzędne muszą być w układzie lokalnym), rodzaj wysokości (elipsoidalne lub ortometryczne), typ punktu (mierzone w trybie Stop&go, automatycznie, wszystkie), kolejność współrzędnych w pliku (X, Y lub Y, X). Wszystkie informacje związane z kodami punktów zostaną zapisane w tworzonego pliku automatycznie. W przypadku MicroStation i MapInfo można zrezygnować z eksportu kodów.

5. Autodesk Land Solutions

Firma Autodesk przekształciła popularnego AutoCada w Autodesk Land Desktop bazujący na programie AutoCAD 2002 oraz Autodesk Map 5, które wchodzi w skład Autodesk Land Solutions (ALS) wraz z aplikacjami Autodesk Survey i Autodesk Civil Design, poszerzającymi możliwości zastosowań oprogramowania w zakresie geodezji.

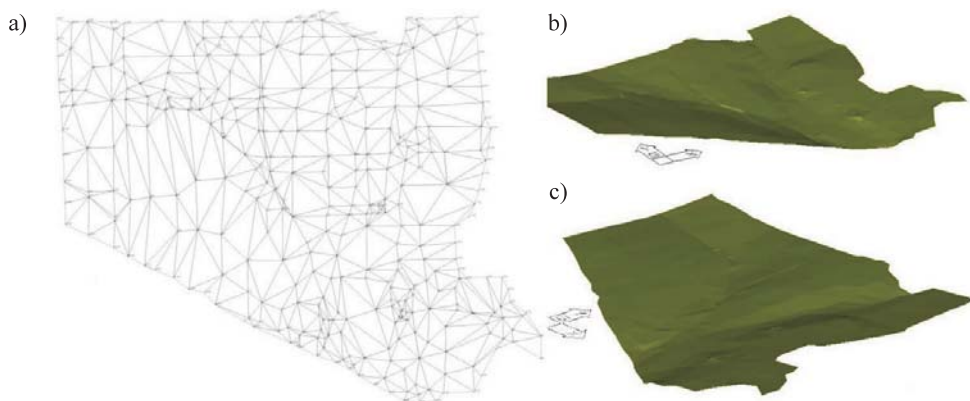
Podstawą współpracy różnych rozwiązań programowych i sprzętowych jest możliwość wymiany danych. Program Autodesk Survey poszerza możliwości podstawowe ALS o transfer danych między systemem informatycznym i instrumentem.

Aplikacja umożliwia wczytywanie danych terenowych z instrumentów geodezyjnych, tworzenie danych w różnych formatach oraz ich analizę. Program Autodesk Survey wspomaga automatyczne generowanie rysunków w środowisku programu AutoCAD na podstawie danych terenowych. Program umożliwia automatyzację tworzenia map na podstawie danych terenowych dzięki wykorzystaniu kodów obiektów, tworząc obiekty liniowe, punkty, symbole, linie szkieletowe. Dostępne są opcje analizy danych z wyrównaniem metodą najmniejszych kwadratów.

Aplikacja Autodesk Land Desktop opiera się na komponentach programu Autodesk Map i umożliwia tworzenie dwu- i trójwymiarowych map z funkcjami analizy GIS w zintegrowanym środowisku projektowania CAD (*Computer Aided Design*). Wśród bardzo licznych

i zaawansowanych funkcji aplikacji z punktu widzenia pracy istotna jest możliwość tworzenia powierzchni typu TIN. Program, podobnie jak Autodesk Map, zapewnia możliwości analizowania własności powierzchni, które są automatycznie uaktualniane po wprowadzeniu jakichkolwiek zmian. Dostępnych jest wiele funkcji analitycznych, które można wizualizować, m.in. obszary zlewni, widoki tematyczne, odejmowanie jednej powierzchni od drugiej, wygładzanie powierzchni. Dostępna jest opcja tworzenia warstw bezpośrednio na podstawie modelu terenu lub z wykorzystaniem elastycznych poleceń podglądu w różnych stylach ułatwiających kontrolowanie wyglądu warstw, ich wygładzania i cech opisów.

Na rysunku 4 przedstawiono wykorzystanie możliwości ALS do wizualizacji numerycznego modelu terenu TIN stworzonego na podstawie pomiarów RTK GPS powierzchni ok. 20 ha łąk i gruntów ornych. Powierzchnię terenu aproksymują 644 trójkąty.



Rys. 4. Modelowanie powierzchni terenu w ALS: a) powierzchnia terenu w postaci siatki TIN; b) oraz c) NMT po renderingu, widok odpowiednio: z południowego wschodu i południowego zachodu

Autodesk Civil Design, oparty na programach AutoCad 2002 i składnikach programu Autodesk Map, jest efektywnym narzędziem projektowania, analizy i udostępniania danych w zakresie projektów inżynierii wodno-ładowej, automatyzując wykonywanie zadań typowych. W programie można projektować drogi za pomocą szablonów metodą przekrojów poprzecznych, a więc w sposób zastosowany w programie RoadPlus. Za pomocą kilku opcji można stworzyć niweletę trasy drogowej z wykorzystaniem danych tabelarycznych lub graficznych. Dostępna jest funkcja umożliwiająca projektowanie układu rurociągów i automatyczne pobieranie danych, jak wysokość z modelu TIN, długości rur i spadki oraz proponowane dolne sklepienia. Do realizacji tego zagadnienia również można wykorzystać program RoadPlus.

6. Podsumowanie

Ogólnie można stwierdzić, że odbiornik SR530 wraz z oprogramowaniem firmowym jest narzędziem o dużych możliwościach w realizacji zagadnień geodezyjnych. Wykorzy-

stanie pakietu Autodesk Land Solutions poszerza te możliwości w zakresie opracowywania projektów, a przede wszystkim ich wizualizacji połączonej z analizą danych. Pojawienie się pakietu Leica Geo Office pozwalającego już w ramach rozwiązań firmowych na łączne wyrównanie obserwacji satelitarnych i naziemnych zmniejszyło znaczenie obliczeń geodezyjnych oferowanych przez ALS, w związku z czym nie były one przedmiotem opisu. Zagadnieniem, które zdecydowanie wymaga wsparcia ze strony ALS w opracowywaniu wyników pomiarów RTK GPS, jest tworzenie map. Możliwości konwersji danych do różnych formatów pozwalają na automatyzację tego procesu w opracowaniu kameralnym. Wszelkie aspekty profesjonalnej wizualizacji projektów, efektywnego i elastycznego ich przygotowania oraz szybkiej analizy w wielu wariantach również wymagają programów pakietu ALS. W przyszłości powstaną zapewne rozwiązania programowe umożliwiające współpracę geodezyjnych odbiorników satelitarnych z aplikacjami tworzącymi gotowe lub prawie gotowe opracowania geodezyjne on-line.

Literatura

- [1] *Autodesk Land Desktop*. USA, Autodesk Inc. 2001
- [2] *Real Time GPS Applications*. USA, Leica Surveying Inc. 1996
- [3] Uznański A.: *Aplikacje inżynierskie dostępne w odbiornikach GPS*. Półrocznik AGH Geodezja, t. 8, z. 1, 2002, 77–87
- [4] Uznański A.: *Ocena przydatności techniki RTK GPS w zastosowaniach inżynierskich*. Kraków, 1999 (rozprawa doktorska)