INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 2/II/2012, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 137–145
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Monika Mika

WYKORZYSTANIE TECHNIKI RTK W GEODEZYJNYM OPRACOWANIU SZKÓD POPOWODZIOWYCH

UTILIZATION OF RTK GPS TECHNIQUE IN THE WORK OF SURVEYING RELATED TO THE QUALIFICATION OF FLOOD DAMAGE

Streszczenie

Stworzony w latach siedemdziesiątych XX wieku, system GPS dzięki zadowalającym dokładnościom, staje się wygodnym narzędziem pomiarowym. Zastosowanie instrumentów GPS daje korzyści w postaci komfortu pracy oraz skrócenia jej czasu. Dzięki pomiarom satelitarnym, w sprzyjających warunkach terenowych, nie jest już potrzebne zakładanie geodezyjnych stanowisk pomiarowych i wykorzystywanie tachimetru.

W niniejszej publikacji przedstawiono przykład wykorzystania techniki RTK w pracach geodezyjnych przy opracowaniu szkód popowodziowych. Obiektem badawczym jest zniszczona przez powódź w maju 2010 obwodnica Ropczyc. Do inwentaryzacji szkód popowodziowych w omawianym przypadku wykorzystane zostały precyzyjne instrumenty GPS Leica GPS 1200 SmartRover i Leica GNSS GS09. Metodyka prac inwentaryzacyjnych polegała na wykorzystaniu dwóch różnych sposobów pomiaru, w zależności od charakteru ubytku, opisanych szczegółowo w punkcie 3.

W wyniku przeprowadzonych pomiarów uzyskano współrzędne przestrzenne punktów, określające rozmieszczenie oraz kształt ubytków w umocnieniach i skarpach. Na ich podstawie, za pomocą programu C-Geo, obliczono objętość mas ziemnych każdego z ubytków. Tok postępowania podczas tych obliczeń uzależniono od rodzaju i charakteru danego ubytku. Problem ten opisano w punkcie 4.

Słowa kluczowe: szkody popowodziowe, inwentaryzacja szkód, pomiary geodezyjne

Summary

GPS System created in the 1970s through satisfactory precision, becomes a convenient measurement tool. Use of GPS instruments gives a benefit in the form of comfort work and shorten the time of surveyor work. Thanks to satellite, in convenient terrain condition it is no longer needed the establishment of new control points and the use of tacheometer. In this publication an example of the use RTK technique in determination of damages cansed by flood was presented. Object test bench is destroyed by flood in May of 2010, ring road of Ropczyce city. The inventory of flood damage in this case have been used precision instruments GPS Leica, GPS 1200 and GNSS Leica SmartRover 1200 GS09. The methodology of work with inventory adjustments was to use two different ways, depending on the nature of the loss, described in detail in section 3.

As a result of the measurements obtained coordinates for spatial point, determining the location and shape of the losses in revetments and scarps. On their basis, using C-Geo calculated the volume of earth-masses of each of the losses. The reasoning followed during this calculation was made conditional on the type and nature of the loss. This problem is described in section 4.

Key words: *flood injury, injury stocktaking, geodesy measurements*

WSTĘP

Na przestrzeni ostatnich dziesięciu lat pojawiają się w Polsce nagłe opady deszczu, powodujące lokalne szkody, niekiedy o charakterze klęsk żywiołowych. Najczęściej zdarzają się one w okresach od maja do sierpnia i mają charakter lokalny. Powodują wiele podtopień i zniszczeń budynków, budowli i innych obiektów inżynierskich , zarówno w miastach jak i na wsiach.

Z geodezyjnego punktu widzenia pomiar tych szkód wymaga pracy w trudnych warunkach, a charakter zniszczeń jest zmienny w czasie i wymusza przyjęcie technik pomiarowych, które byłyby szybkie i spełniały jednocześnie parametry dokładnościowe.

Stworzony w latach 70-tych XX wieku, system GPS od kilkunastu lat stosowany jest do pomiarów geodezyjnych. Dzięki uzyskiwanej dokładności, staje się coraz popularniejszym narzędziem pomiarowym, przyczyniającym się do skrócenia czasu trwania prac, kosztów, wygody i łatwości pracy. System GPS wykorzystywany jest również przy pracach inwentaryzacyjnych i realizacyjnych, wszędzie tam, gdzie wymagana dokładność pomiaru nie przekracza 3 cm. Dodatkowo, dzięki możliwości pomiaru statycznego, możliwe jest osiąganie wysokich dokładności i wykorzystanie systemu GPS w celu zakładania osnów geodezyjnych.

W niniejszej pracy autorka przedstawia przykład wykorzystania pomiarów satelitarnych, przy użyciu techniki RTK GPS do pomiaru objętości mas ziemnych, będących podstawą inwentaryzacji zniszczeń dokonanych przez powódź w 2010 roku, która zniszczyła będącą wówczas w budowie obwodnicę Ropczyc.

CHARAKTERYSTYKA TERENU DOTKNIĘTEGO PRZEZ POWÓDŹ

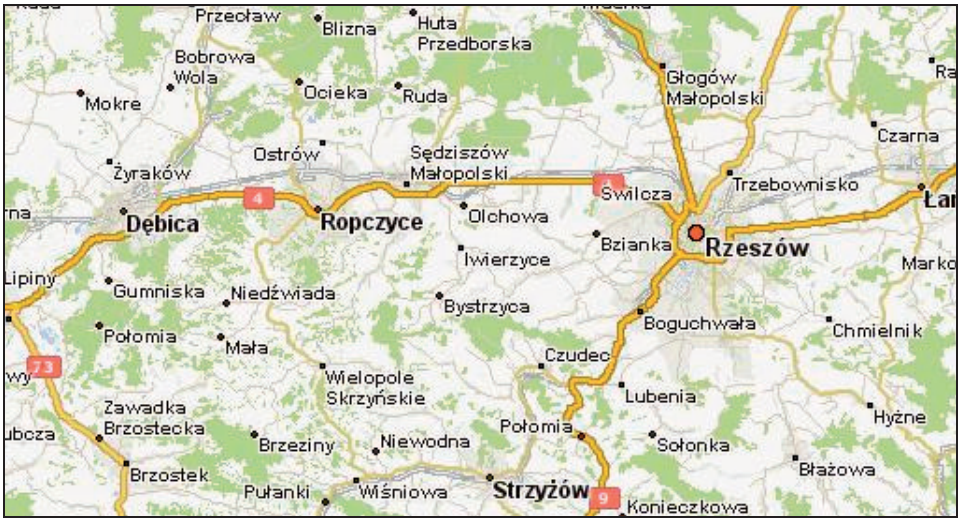
Analizowany przypadek wykorzystania systemu GPS w pracach inwentaryzacyjnych dotyczy Ropczyc. Jest to miasto powiatowe o powierzchni 47 km^2, położone w zachodniej części województwa podkarpackiego, na pograniczu Pogórza Karpackiego i Kotliny Sandomierskiej. Przez to liczące 15000 ludności miasto biegnie droga krajowa nr 4 oraz droga wojewódzka nr 986 [www.ropczyce.umi.gov.pl].

Informacją istotną z punktu widzenia podjętego w publikacji tematu jest fakt, że przepływa przez nie rzeka Wielopolka. Jest ona prawobrzeżnym dopływem rzeki Wisłoka, zasilanym przez potoki: Niedźwiadka, Malanka, Zawadka i Ropa. Długość Wielopolki wynosi 53.7 km. Jak podano w [Hunik 2011] zlewnia tej rzeki zajmuje obszar 486.1 km^2, co stanowi 11.8% powierzchni dorzecza Wisłoki. Ponadto , pomimo niewielkiego obszaru dorzecza, Wielopolka wykazuje duże wahania przypływów , od 3.7 m^3/s w okresie zimowym do 2.6 m^3/s w miesiącach letnich. Charakteryzuje się także dużymi wahaniami stanów wody, od 44 cm do 624 cm. Wahania poziomu stanu rzeki spowodowane są dopływami cieków wodnych oraz topniejącymi śniegami w terenach pagórkowatych. Skutkuje to podtopieniami oraz powodziami. Z kolei , wody powierzchniowe stojące, występują głównie w roli terenów podmokłych na gruntach małoprzepuszczalnych, które z utrudnieniem odprowadzają wodę. W dolinie rzeki Wielopolki i jej dopływów występują mady gliniasto- pylaste. Są one silnie podmokłe w okresie wezbrań rzeki. Występujące na tym terenie lasy pełnią funkcję wodochronną i glebochronną.

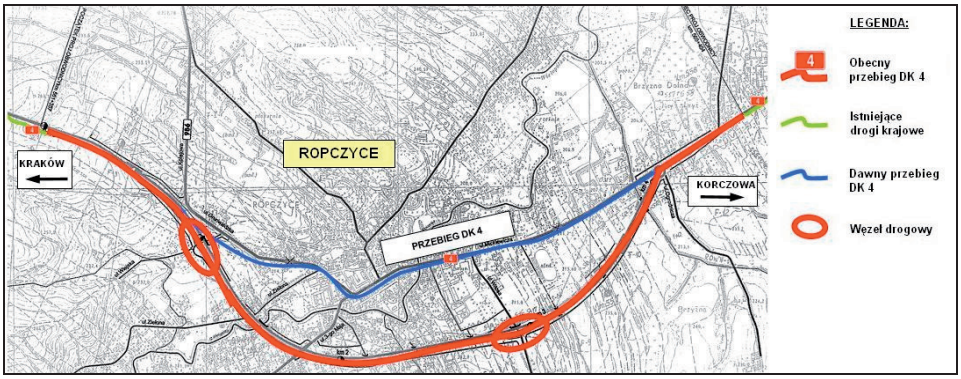
Obwodnicę Ropczyc zlokalizowano w ciągu krajowej drogi nr 4 : Jędrzychowice- Korczowa. Długość odcinka obwodnicy zaprojektowano na 4,5 km. Budowa drogi miała za zadanie odciążyć centrum miasta Ropczyce, poprzez oddzielenie ruchu lokalnego od tranzytowego. Dawny odcinek przechodzący przez miasto był ostatnim tzw. „wąskim gardłem" między Krakowem a Rzeszowem.

Budowę obwodnicy rozpoczęto 19 czerwca 2008 roku i miała trwać 18 miesięcy. Na skutek powodzi i innych czynników, termin oddania uległ przedłużeniu. Ostatecznie w dniu 10 listopada 2010 roku droga została oddana do ruchu.

Trasa obwodnicy Ropczyc według danych projektowych, stanowić miała dwujezdniową, dwukierunkową drogę. Każda z jezdni miała posiadać dwa pasy. Szerokość pasa ruchu drogi zasadniczej wynosiła 3,5 m. Pobocza o szerokości 2 m miały być utwardzone. Nie wszystkie z tych prac udało się zrealizować przed nadejściem powodzi.



Mapa 1. Położenie miasta Ropczyce. Źródło www.targeo.pl
Map 1. Position of Ropczyce city. Source www.targeo.pl



Mapa 2. Lokalizacja nowopowstałej obwodnicy. Źródło: www.gddkia.gov.pl
Map 2. The location of new ring road. Source:www.gddkia.gov.pl

W wyniku ulewnych opadów w maju i czerwcu 2010 roku, w wielu rejonach podniósł się niebezpiecznie poziom rzek, które spowodowały liczne powodzie i podtopienia.

Gwałtowne ulewy wyrządziły również wiele szkód w Ropczycach, zniszczyły będącą w budowie obwodnicę , głównie niezabezpieczone nasypy i skarpy oraz konstrukcję drogi.

METODYKA POMIARU SZKÓD

Do inwentaryzacji szkód popowodziowych w omawianym przypadku wykorzystane zostały precyzyjne instrumenty GPS Leica GPS 1200 SmartRover i Leica GNSS GS09.

Pomiar ubytków w umocnieniach oraz skarpach budowanej obwodnicy prowadzony był przez dwa zespoły. W skład każdego z nich wchodziły dwie osoby: kierownik sekcji odpowiedzialny za prowadzenie pomiaru i szkice oraz pomiarowy, którego zadaniem było rozprowadzanie pikiet. Każdy z zespołów wyposażony był w wymienione powyżej odbiorniki GPS marki Leica. Pomiar wykonywano metodą RTK z wykorzystaniem serwisu NAWGEO systemu ASG-EUPOS.

Metodyka prac inwentaryzacyjnych polegała na wykorzystaniu dwóch różnych sposobów pomiaru, w zależności od charakteru ubytku. Pierwszy z nich polegał na takim rozmieszczeniu mierzonych pikiet, aby można było na ich podstawie utworzyć przestrzenny model terenu z jednoczesnym zachowaniem kształtu występującego ubytku. Drugi sposób wykorzystywano w sytuacjach, gdy ciężko było jednoznacznie określić kształt samego ubytku. Sposób ten zakładał rozmieszczenie pikiet po zewnętrznym obrysie mierzonej szkody. Określano w nim więc stały ubytek masy ziemnej. Schemat rozmieszczenia pikiet oraz rodzaje ubytków przedstawiono na rysunku 1.

Źródło:[Hunik 2011]
Source [Hunik 2011].

Rysunek 1. Schemat rozmieszczania pikiet.
Figure 1. The schema of spot height deployment

W pierwszym przypadku (zdjęcie po lewej stronie) sposób rozmieszczenia pikiet miał na celu wierne określenie kształtu ubytku, jego szerokości, długości i głębokości. Pikiety numer 1, 2, 3, 4, 5 i 6 oddają zewnętrzny kształt ubytku, a także kształt terenu w stanie nienaruszonym(tak jakby ten ubytek nie powstał.).Z kolei usytuowanie pikiet numer 7, 8, 9 oraz 10 pomogło w określeniu głębokości szkody i jej kształtu wewnętrznego. Wszystkie zdejmowane punkty wykorzystywano do określenia objętości powstałej szkody.

Drugi sposób pomiaru inwentaryzacyjnego polegał na takim rozmieszczeniu pikiet, aby znajdowały się one na zewnątrz powstałej szkody (zdjęcie po prawej stronie). Pozwoliło to na określenie zasięgu występowania ubytku. Głębokość ubytku mierzono za pomocą przymiaru liniowego (metrówki). W tym przypadku dokładne określenie kształtu wewnętrznego byłoby niemożliwe. Przyjęto więc metodę przybliżonego określenia objętości szkody, poprzez pomiar powierzchni figury powstałej z pikiet 1, 2, 3, 4 oraz średniej głębokości powstałej szkody.

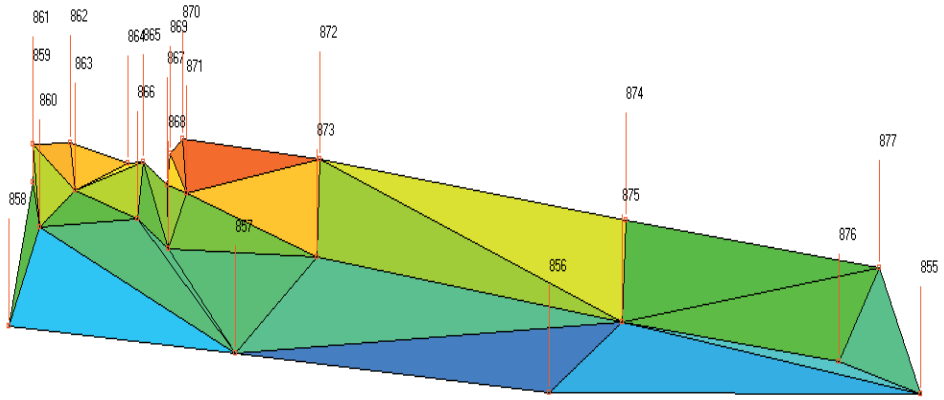
W wyniku przeprowadzonych pomiarów uzyskano współrzędne przestrzenne punktów, określające rozmieszczenie oraz kształt ubytków w umocnieniach i skarpach. Na ich podstawie, za pomocą programu C-Geo obliczono objętość mas ziemnych każdego z ubytków. Tok postępowania podczas tych obliczeń uzależniono od rodzaju i charakteru danego ubytku mas ziemnych.

SPOSÓB OBLICZENIA OBJĘTOŚCI UBYTKÓW

Ubytki zostały zakwalifikowane do dwóch grup według kategorii łatwych (grupa I) bądź trudnych (grupa II) pod względem określenia objętości mas ziemnych.

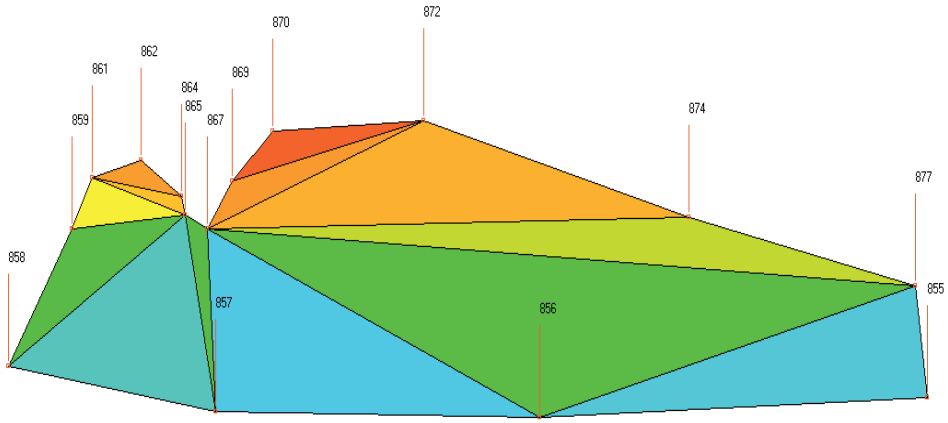
Dla pierwszej grupy (grupa I) początkowym etapem obliczeń było stworzenie numerycznego modelu, przedstawiającego „dół" ubytku. W tym celu wykorzystywane zostały wszystkie pikiety, zarówno te wewnątrz ubytku, jak i te znajdujące się na zewnątrz które tworzą obrys. Program C-Geo automatycznie generował numeryczny model terenu, oparty na siatce trójkątów. Aby uzyskać właściwy kształt ubytku konieczne było ręczne, odpowiednie połączenie pikiet na stworzonym modelu, tak aby odpowiadał on jak najbardziej rzeczywistości. Model taki przedstawia rysunek 2.

Kolejnym etapem obliczeń objętości ubytku było wygenerowanie drugiego numerycznego modelu terenu. Model ten miał obrazować „górę" ubytku i odpowiadał on kształtowi skarpy, w której powstało uszkodzenie. Jest on niejako „przykryciem" powstałego w wyniku zniszczeń ubytku. Tok postępowania był identyczny jak w poprzednim etapie. Różnica polegała jedynie na doborze pikiet. Aby powstał numeryczny model góry ubytku, należało wybrać pikiety tworzące jedynie obrys szkody, bez udziału pikiet w powstałym wymyciu. Przykład takiego numerycznego terenu przedstawia rysunek 3.



Źródło [Hunik 2011].
Source [Hunik 2011].

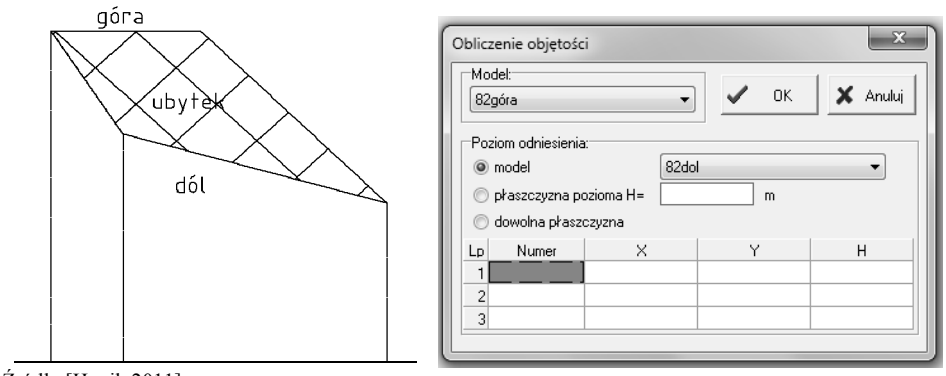
Rysunek 2. Numeryczny model terenu „dołu” ubytku
Figure 2. Numerical model of the terrain "bottom" of the loss



Źródło [Hunik 2011].
Source [Hunik 2011].

Rysunek 3. Numeryczny model terenu „góry” ubytku.
Figure 3. Numerical model of the terrain "top" of the loss

W ostatnim kroku nastąpiło obliczenie objętości ubytku. W tym celu po wygenerowaniu numerycznego modelu terenu, program C-Geo zliczał objętość zawartą między modelami: „góry” i „dołu” (rysunek 4). Uzyskana w ten sposób objętość stanowiła ubytek masy ziemnej w skarpie, czyli powstałą szkodę.



Źródło [Hunik 2011].
Source [Hunik 2011].

Rysunek 4 . Obliczenie objętości ubytku. Po lewej: schemat obliczania objętości
Figure 4. Calculation of volume of the loss. On the left: diagram of the calculation of the volume

W przypadku ubytków, których kształt trudno było określić (grupa II) bądź były one zbyt małe, by inwentaryzować je każde z osobna (drugi rodzaj ubytków), przyjęto znacznie prostszy sposób obliczenia objętości Objętość szkody stanowił iloczyn powierzchni zewnętrznej oraz głębokości szkody.

Pomierzono 216 ubytków, których łączna objętość wyniosła 10 007.4 m^3. Największy z ubytków wyniósł 803.2 m^3, co stanowi 8% łącznej sumy objętości. Najmniejszy z pomierzonych ubytków wyniósł 0.4 m^3 (mniej niż 1%). Średnia objętość zmierzonych ubytków wyniosła 46.3 m^3. Tabelaryczny wykaz wartości ubytków zawarto w pracy [Hunik 2011], której autorka publikacji była promotorem i sprawowała opiekę merytoryczną na każdym etapie jej realizacji.

WNIOSKI KOŃCOWE

Wybór metody pomiaru z wykorzystaniem techniki RTK GPS do określenia szkód popowodziowych, okazał się trafny ze względu na skrócenie czasu inwentaryzacji. Dzięki korzystnym warunkom terenowym , wykorzystanie instrumentów Leica GPS 1200 SmartRover i Leica GS09 pozwoliło na szybkie oszacowanie wielkości powstałych szkód. W związku z tym generalny wykonawca obiektu „Obwodnica Ropczyc" mógł uzyskać odszkodowanie za poniesione straty i niezwłocznie przystąpić do ich naprawiania. Dodatkowo, wykorzystanie dwóch odbiorników usprawniło zespołom geodetów ten pomiar. Użycie metody RTK oraz serwisów systemu ASG-EUPOS, znacznie poprawiło wygodę pracy. Można było zrezygnować z charakterystycznych dla klasycznych pomia-

rów geodezyjnych etapów prac takich, jak zakładanie osnowy pomiarowej, wykonywania nawiązań. Jednocześnie uzyskano zadowalające dokładności wyników pomiaru.

BIBLIOGRAFIA

Hunik Robert: *Wykorzystanie odbiorników GPS Leica 1200 Smartrover oraz Leica GS09 w pracach geodezyjnych związanych z określeniem szkód powodziowych.* Praca magisterska Katedra Geodezji UR Kraków 2011r.

Lokalny program rewitalizacji miasta Ropczyce 2008-2013, Załącznik do Uchwały Nr XVII/214/08 Rady Miejskiej w Ropczycach

www.ropczyce.umi.gov.pl

www.imgw.pl

Dr inż. Monika Mika
Katedra Geodezji
Uniwersytet Rolniczy im. H.Kołłątaja
ul. Balicka 253a
30-198 Kraków
e-mail: mika.monika@interia.pl
telefon: +4812 6624518