

Jakub Sikora, Janusz Zemanek, Mateusz Malinowski, Krzysztof Krawczyk

**WYKONANIE PRZESTRZENNEJ BAZY DANYCH
ZLEWNI RZEKI BIAŁKI W MIEJSCOWOŚCI
BYSTRA ŚLĄSKA**

***CREATING A DIGITAL MAP OF THE BIAŁKA RIVER
CATCHMENT AT BYSTRA ŚLĄSKA LOCALITY***

Streszczenie

Potok Białka jest lewobrzeżnym dopływem rzeki Białej o powierzchni dorzecza 31,4 km². W górnym jej biegu, zlewnia położona jest na południowo-wschodnich stokach Beskidu Śląskiego. Celem przeprowadzonych badań było obliczenie powierzchni zlewni górnego biegu rzeki Białki ograniczonego planowaną zaporą. Obliczenia powierzchni dokonano automatycznie urządzeniem GPS (GPSmap 76S firmy GARMIN) z zapisanego śladu, który przebiegał po granicach zlewni. Granicę zlewni wyznacza linia wododziałowa przechodząca przez najwyższe szczyty w tym regionie: Szyndzielnię (1023,0 m n.p.m), Klimczok (1117,0 m n.p.m) i Magurę (1115,0 m n.p.m) oraz miejsce planowanej zapory zbiornika retencyjnego. Wykonano niwelację powierzchniową fragmentu zlewni. Technologię GPS wykorzystano do lokalizacji punktów w terenie, natomiast wysokości punktów określano altimetrem wbudowanym w urządzeniu GPSmap 76S. Punkty zapisywano automatycznie z interwałem czasowym co 10 sekund i odległościowym co 10 metrów.

Słowa kluczowe: System Nawigacji Satelitarnej, Systemy Informacji Geograficznej, Bystra Śląska, Białka, zlewnia, mapa numeryczna, niwelacja barometryczna

Summary

The Białka stream is a tributary to the Biała river with a basin area of 31.4 km². In its upper course the catchment is situated on the south-eastern slopes of the Beskid Śląski Mountains. The research was conducted to compute the area of the Białka river upper catchment limited by a planned dam. The area computations were conducted automatically by GPS device (GARMIN GPS map 76S) from the recorded trace which proceeded along the catchment boundaries. The catchment boundaries were marked by the watershed line passing through the highest peaks in this region: Szyndzielnia (1023 m a.s.l.), Klimczok (1117.0 m a.s.l.) and Magura (1115.0 m a.s.l.) and the site of the planned retention reservoir. The conducted measurements comprised the surface leveling of the catchment fragment. The measurement was made using GPS technology for determining location points, whereas the altitudes of points were determined by GPSmap 76S built-in altimeter. The digital barometrical altimeter was calibrated each time prior to measurements to known points of the base line. The points were recorded automatically with time interval of every 10 seconds, whereas the characteristic points were recorded using MARK functions and a description was added. The data was elaborated initially using Trip & Waypoint Manager software by Garmin. The missing elevation points were determined by Kriging data interpolation method. On the basis of obtained data a grid network was created which provided a basis to develop digital maps of the are surface.

Key words: *Global Positioning System (GPS), Geographic Information System (GIS), catchment, digital map, barometrical leveling*

WSTĘP

Global Positioning System – System Nawigacji Satelitarnej pozwala określić położenie geograficzne oraz wysokość położenia punktu nad poziom morza. Składa się z trzech współpracujących systemów: system satelit, do którego należą 24 aktywne satelity krążące nad powierzchnią Ziemi na 6 orbitach, kontroli naziemnej, na którą składają się stacje naziemne nadzorujące satelity, odbiorników GPS. Każdy satelita wysyła dwa sygnały, z których popularne odbiorniki cywilne odbierają tylko jeden. Kod sygnału zawiera dane identyfikujące satelitę, almanach, czyli dane o orbitach i położeniu wszystkich satelitów oraz informację o aktualnym czasie. Do wyznaczenia trójwymiarowej pozycji na powierzchni Ziemi wystarcza pomiar z 4 satelit (jeden wykorzystywany jest do korekcji błędu czasu odbiornika GPS). Obecne odbiorniki GPS umożliwiają równoległy odbiór sygnałów z 12 satelitów równocześnie. Dokładność wyznaczenia poziomej pozycji przez cywilne odbiorniki GPS wynosi obecnie mniej niż ± 30 m (przez średnio 95% czasu) i około ± 5 – 10 m przez mniej więcej 60% czasu, przy założeniu odbierania sygnału z przynajmniej 6 satelitów. Przez resztę czasu dokładność będzie niższa i wyniesie ± 30 m. Na dokładność pomiaru pozycji mają wpływ błędy: pomiaru czasu satelity $\sim 0,6$ m, błąd efemerydy $\sim 0,6$ m, błąd odbiornika $\sim 1,2$ m oraz błędy spowodowane wpływem atmosfery $\sim 3,6$ m.

Zsumowane błędy należy pomnożyć przez współczynnik rozmycia pozycji (PDOP), który przyjmuje wartość od 4 do 6 m [Wierba 2006].

Systemy Informacji Geograficznej (GIS – *Geographic Information System*) są traktowane jako zautomatyzowana sieć funkcji, czyli konkretny program umożliwiający użytkownikowi manipulowanie danymi w przestrzennej bazie danych. W szerszym znaczeniu GIS to baza danych łącznie z obsługującym ją programem, komputerem, na którym jest zainstalowana i urządzeniami peryferyjnymi wejścia i wyjścia [Widacki 1997]. Systemy typu GIS stosuje się w najróżniejszych dziedzinach, lecz tylko w kilku powszechnie (na przykład: działalność gospodarcza, zarządzanie infrastrukturą, publikowanie map, itp.). Geograficzne Systemy Informacyjne służą obecnie do przedstawiania danych zebranych w terenie w sposób graficzny. Tymi danymi mogą być: wysokości bezwzględne i względne punktów, nazwy obiektów, charakterystyczne punkty w terenie, a także dane o temperaturach, ciśnieniu, opadzie atmosferycznym, zasięgu występowania zjawisk przyrodniczych i ich anomalii. W geografii informacja najczęściej przedstawiana jest na mapach tematycznych z wykorzystaniem różnych metod kartograficznych. Najważniejsze z nich to: metoda powierzchniowa, metoda zasięgu, metoda sygnaturowa, metoda izorytmiczna, metoda kropkowa, metoda kartogramu.

Programy te mogą tworzyć mapy numeryczne, przedstawiając wyniki osiągnięte dzięki wykorzystaniu wszystkich podanych metod. Jednym z programów do tworzenia takich map jest Golden Software Surfer 07. Odwzorowuje on powierzchnie terenu w układzie trójwymiarowym, co umożliwia tworzenie między innymi map: konturowych, powierzchniowych i trójwymiarowych. Pozwala kontrolować wiele parametrów wykorzystanych przy tworzeniu map. Powstające mapy cyfrowe wzbogacone są dodatkowymi informacjami, również danymi w postaci dowolnego tekstu lub symbolu. Można je obracać i skalować. Mapy cyfrowe umożliwiają wykonanie wielu operacji matematycznych. Maksymalna zawartość punktów siatki geograficznej na mapie numerycznej wykonanej przez program Surfer 07 to 65536 punktów.

MATERIAŁ I METODY

Wszystkie badania i pomiary wykonano podczas obozu naukowego, w kwietniu 2006 r., który odbył się we wsi Bystra Śląska, położonej 9 kilometrów na południe od Bielska Białej, w dolinie rzeki Białki. Dolina usytuowana jest na południowo-wschodnich stokach Beskidu Śląskiego, w gminie Wilkowice. Ciek w swoim górnym biegu ma 8 niewielkich dopływów. Dane zbierano za pomocą pomiaru metodą punktów rozproszonych za pomocą ręcznego odbiornika GPS. Lokalizacja punktów polegała na świadomym wyborze punktów charakterystycznych wybranych z uwagi na rzeźbę terenu. Każdy wybrany i pomierzony punkt został przypisany do konkretnego kryterium. Wszystkie punkty

charakterystyczne otrzymały oddzielne etykiety tekstowe (tzw. atrybuty). Każdy pomiar rozpoczynał i kończył się przy znanym reperze (punkt geodezyjnej osnowy wysokościowej), który znajdował się na fundamentach kościoła parafialnego w Mesznej. Dokładność GPS zwiększono poprzez podłączenie do urządzenia anteny o większym zasięgu.

Na przeprowadzenie badań wybrano taki czas, aby korony drzew liściastych nie miały liści i nie zakłócały pracy urządzeń GPS. Jeden z dwóch równolegle pracujących odbiorników dodatkowo skalowano w każdym miejscu, o znanej wysokości n.p.m., otrzymanej z krajowego systemu geodezyjnej osnowy wysokościowej oraz posiadanych map topograficznych. Ręczne odbiorniki GPS z wbudowanym altimetrem mierzyły wysokości punktów za pomocą zmiany ciśnienia atmosferycznego oraz pozycji GPS. Przez cały czas utrzymywała się stabilna słoneczna pogoda, co zwiększało dokładność pomiarów. Większe wahania w odczycie wysokości (do 5 m) urządzenia wskazywały jedynie przy zbliżaniu się do cieków wodnych na odległość kilku metrów. Było to spowodowane zwiększeniem się wilgotności powietrza, co w konsekwencji wpływało na zmianę ciśnienia. Punkty na trasie były zapisywane automatycznie, przy wykorzystaniu interwału czasowego (co 10 sekund – niemal 4500 zapisanych punktów) oraz odległościowego (co 10 metrów – ponad 3500 zapisanych punktów) w odwzorowaniu kartograficznym WGS84 (*World Geodetic System of 1984*). Punkty zapisane przez GPS zostały wczytane do programu Map Source, dzięki któremu otrzymano wstępny obraz tras, które przemierzono w czasie pomiarów.

WYNIKI

Wszystkie dane z GPS odpowiednio sformatowano i zapisano w postaci kilku tabel trackpointowych. Każda z tabel zawierała dane dotyczące konkretnego kryterium zapisu tych danych, na przykład: linia wododziałowa, główny ciek, 1,2,3... dopływy głównego cieku, stoki południowe i stoki północne. Wszystkie tabele trackpointowe zawierają współrzędne geograficzne wszystkich punktów, ich wysokość nad poziom morza, datę i godzinę zanotowania tych punktów, międzyczas pomiaru, odległości między punktami oraz prędkość marszu. W celu utworzenia numerycznej mapy odwzorowania terenu w programie Golden Software Surfer 07 należało wprowadzić punkty, scharakteryzowane przez liczby X, Y i Z do programu obliczeniowego. X i Y to współrzędne geograficzne danego miejsca (X – szerokość geograficzna północna, Y – długość geograficzna wschodnia), a Z to parametr pomierzony w tym miejscu. Dane z tabel trackpointowych można zapisać bezpośrednio do Worksheeta – integralnej części programu Surfer 07 lub do programu Microsoft Excel. Dane zapisuje się w kolejnych kolumnach odpowiadających układowi X, Y, Z. Niektóre wartości można wpisać w formie tekstowej, aby punkt na mapie cyfrowej posiadał opis. Dane zbierane były z wykorzystaniem metody punktów rozproszonych. Tak

więc przed tworzeniem map należało przekształcić te punkty w regularną siatkę, która stanowiła podstawę do tworzenia map. Proces ten nazywamy gridowaniem. Interpolacja danych rozproszonych zachodzi w programie automatycznie. Do programu wprowadzamy dane zapisane w 1, 2 i 3 kolumnie pliku danych. Każdej kolumnie przyporządkowano współrzędne, nazwy lub wysokości. Dane z każdej tabeli trackpointowej traktowano osobno. Do wykreślenia mapy bazowej wykorzystano dane ze wszystkich tabel. Następnie zamknięto pomierzony obszar w prostokącie. Prostokąt podzielony jest na określoną liczbę linii. W zależności od tego, jak dokładną mapę chcemy opracować, należy dokonać wyboru 1 spośród 8 metod tworzenia siatki geograficznej. Standardową metodę Krignig uważa się za najlepszą do przedstawiania powierzchni terenu oraz zjawisk na nim występujących.

DYSKUSJA I WNIOSKI

Powstałe mapy cyfrowe posłużą wsi Bysta Śląska oraz gminie Wilkowice jako baza do opracowania koncepcji zagospodarowania przestrzennego w badanej okolicy. Część map i obliczeń już wykorzystano przy opracowywaniu koncepcji budowy zbiornika retencyjnego. Można na nich zaznaczyć już istniejące, powstające lub wkreślić projektowane urządzenia infrastruktury technicznej, takie jak drogi, kanalizacja, wodociągi, gazociągi i inne. Na mapach tego typu można przedstawić w formie komputerowej wizualizacji zasięg występowania różnych zjawisk przyrodniczych i geograficznych. Można także określić przebieg dowolnej formy przyrodniczej lub geomorfologicznej, np. cieki, szczyty oraz ukształtowanie terenu. Stosując odpowiednie metody tworzenia map, można pokazać nachylenia stoków, wyszukać maksymalne i minimalne wartości. Za pomocą odpowiednich funkcji można na mapę nanieść wymagane dane atrybutowe charakteryzujące obszar. Charakterystyczne punkty najdokładniej można przedstawić poprzez nałożenie na siebie Post Mapy – pokazującej wszystkie punkty z interesującego nas kryterium, na każdą inną mapę odwzorowującą dany teren.

Na podstawie badań powstały następujące mapy:

– mapa konturowa (ślepa) – pozbawiona opisu, zawierająca ubogą treść, ukształtowanie terenu pokazane jest poprzez izohiety (poziomice) – linie łączące punkty o tej samej wysokości bezwzględnej. Służy jako podkład do sporządzania map tematycznych,

– mapa hipsometryczna – poświęcona ukształtowaniu terenu ze szczególnym uwzględnieniem wysokości bezwzględnych. Stosuje się przy tym z reguły metodę poziomicową lub metodę barw hipsometrycznych (kolory wypełniają przestrzeń pomiędzy poziomicami). Jest to najpopularniejszy typ map. Występuje w niemal wszystkich atlasach geograficznych,

– mapa powierzchniowa – przedstawia ukształtowanie terenu w przestrzeni trójwymiarowej 3D. Aby program mógł narysować tego typu mapę, musi wykorzystać funkcję aproksymacji. Do pomierzonych 8000 punktów program Surfer 07 wytwarza potrzebną liczbę punktów, które wypełniają niezbadaną przestrzeń,

– mapa wektorowa – długość strzałki oznacza stopień nachylenia stoku.

BIBLIOGRAFIA

Czyżkowski B. *Praktyczny przewodnik po GIS*. PWN, 2006.

<http://eosps0.gsfc.nasa.gov> – 05.04.2006.

<http://www.garmin.pl> – 12.03.2006.

Rocznik hydrologiczny Polski. 2005.

Urbański J. *Zrozumieć GIS*. PWN, 1997.

Wierba W. *Kompas, wysokościomierz, GPS*. *Magazyn Turystyki Górskiej*, 2/2004.

Widacki W. *Wprowadzenie do Systemów Informacji Geograficznej*. Uniwersytet Jagielloński, Kraków, 1997.

Akademia Rolnicza w Krakowie
Katedra Technicznej Infrastruktury Wsi

Recenzent: *Prof. dr hab. Zdzisław Wójcicki*