

Z GPS-em w Tatry

AGATA CIEJKA, ŁUKASZ MARKIEWICZ

W ramach projektu „Bezpieczny szlak” dwójka studentów z AGH (autorzy artykułu) zbudowała bazę danych geograficznych dla Tatr Zachodnich zawierającą zbiory charakterystycznych punktów wraz z opisami i pozwalającą na bezpieczną wędrówkę góorskimi szlakami. Dane te są dostępne w internecie, a ich twórcy zapraszają do współpracy przy kontynuacji przedsięwzięcia.

Kompas będący dotąd nieodzownym wyposażeniem piechura coraz częściej zastępowany jest przez łatwo dostępne, ręczne odbiorniki GPS. Jedyny problem to znalezienie odpowiednich współrzędnych, które po wpisaniu do odbiornika prowadziłyby nas wzdłuż zaplanowanej trasy.

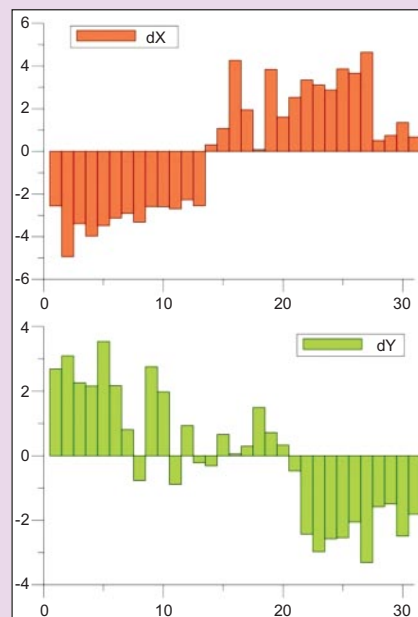


Ilustracja 1. Pomiar na szlaku Kasprowy Wierch – Cudakowa Polana

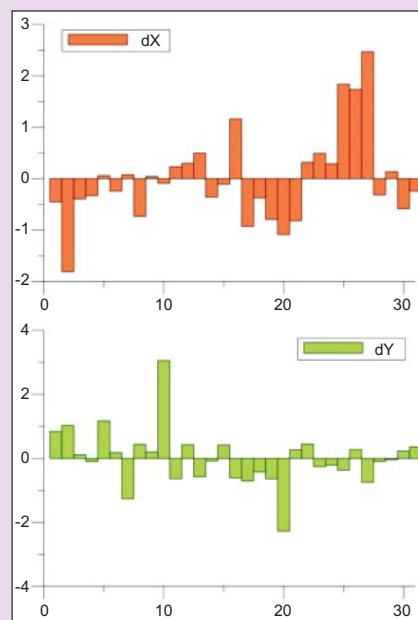
Właściwe przygotowanie wędrówki najważniejsze jest w turystyce górskiej, o czym świadczą liczne przykłady nagłaśniane przez media. Na polskich stronach internetowych znaleźć można współrzędne wybranych szczytów czy schronisk, co jednak nie wystarcza, by poruszać się wytyczonymi trasami. Stąd projekt „Bezpieczny szlak”, którym „zaraził” nas dr Janusz Jura z Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

Aby w pełni zaspokoić potrzeby odbiorców informacji, dla których tworzyliśmy „Bezpieczny szlak”, przeanalizowaliśmy następujące zagadnienia:

- **potencjalnych użytkowników** – przeznaczyliśmy go dla osób wędrujących szlakami Tatr Zachodnich. Trasy te często prowadzą graniami, co w przypadku załamania pogody lub zejścia z wytyczonego szlaku grozi poważnymi konsekwencjami. Informacje zawarte w projekcie (wraz z charakterystyką poszczególnych odcinków górskich szlaków) mają umożliwić użytkownikowi, który dla zwiększenia swojego bezpieczeństwa zabiera w drogę odbiornik GPS, nawigowanie do określonego celu wzdłuż wytyczonych, a tym samym bezpiecznych ścieżek;
- **wymagania techniczne użytkowników** – by umożliwić korzystanie z różnych typów odbiorników GPS, charakterystyczne



Ilustracja 2. Różnice współrzędnych dX , dY [m] przed korekcją



Ilustracja 3. Różnice współrzędnych dX i dY [m] po korekcji

- punkty (tzw. waypoints) postanowiliśmy zestawić w plikach rozpoznawanych przez programy obsługujące najpopularniejsze standardy. Plik taki (zawierający określone lokalizacje z nadanymi nazwami i ewentualnie ikonami graficznymi) wgrywa się do odbiornika GPS, który podczas nawigowania po trasie automatycznie zmienia punkt docelowy na kolejny, może również obliczyć odległość, wskazać kierunek oraz czas potrzebny na przejście do danego punktu;
- **sposób prezentacji danych i pozyskiwania ich przez użytkowników** – postanowiliśmy wykorzystać do tego celu inter-

net i udostępniane informacje przedstawic w postaci graficznej połączonej z częścią opisową. Zawarliśmy je na stworzonej przez nas stronie WWW, którą można obsługiwać za pomocą dowolnej przeglądarki, umożliwiając w ten sposób użytkownikowi pobranie danych bezpośrednio z internetu.

Technologia GPS służy przede wszystkim do jednoznacznego lokalizowania obiektów w przestrzeni 3D. Sama lokalizacja jednak nie wystarczy, żeby mówić o „miniGIS-ie”, do którego zbudowania doprowadzić miał nasz projekt. Dlatego wykorzystaliśmy do pomiarów rejestrator GeoExplorer 3 firmy Trimble umożliwiający dodawanie atrybutów opisowych do gromadzonych współrzędnych.

Na wędrowkę wyruszyliśmy w czteroosobowym zespole: dr Janusz Jura, dr Władysław Borowiec oraz my, czyli Agata Ciejka i Łukasz Markiewicz – studenci V roku Wydziału Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej. Trasa biegła czerwonym szlakiem od Kasprowego Wierchu przez Kopę Kondracką, Małolącziak, Krzesanicę, Ciemniak do Cudakowej Polany. Określiłiśmy położenie 190 charakterystycznych punktów szlaku (tj. szczyty, przełęcze, skrzyżowania szlaków i załamania górskich ścieżek), z czego 31 to punkty kontrolne – słupki graniczne o precyzyjnie wyznaczonych współrzędnych w układzie 1942 (ilustracja 1). Pomiar przeprowadziliśmy technologią DGPS przy zachowaniu następujących warunków:

- punkt był lokalizowany i zapisywany przy obecności minimum sześciu satelitów co najmniej 15° nad horyzontem (na obszarach zadrzewionych korygowaliśmy liczbę wymaganych satelitów do czterech);
- pomiar odległości odbiornik-satelita prowadzony był metodą kodową;
- pozycja punktów wyznaczana była jednokrotnie, tzn. odbiornik jeden raz obli-

czał swoją pozycję, a następnie rejestrował ją w pamięci;

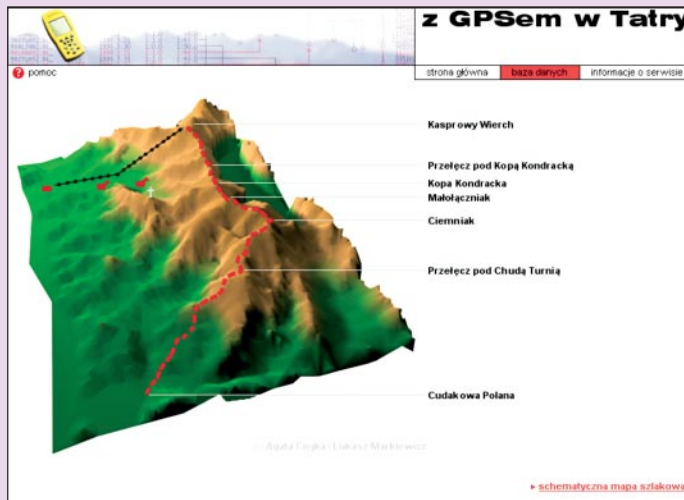
- pozycja punktów rejestrowana była w układzie UTM na elipsoidzie WGS-84.

Wyrównane współrzędne punktów kontrolnych przeliczyliśmy z układu pierwotnego UTM do układu wtórnego 1942 na podstawie współczynników 7-parametrowej transformacji pozyskanych z wytycznych technicznych G-1.10, a następnie porównaliśmy je ze znanymi współrzędnymi słupków granicznych

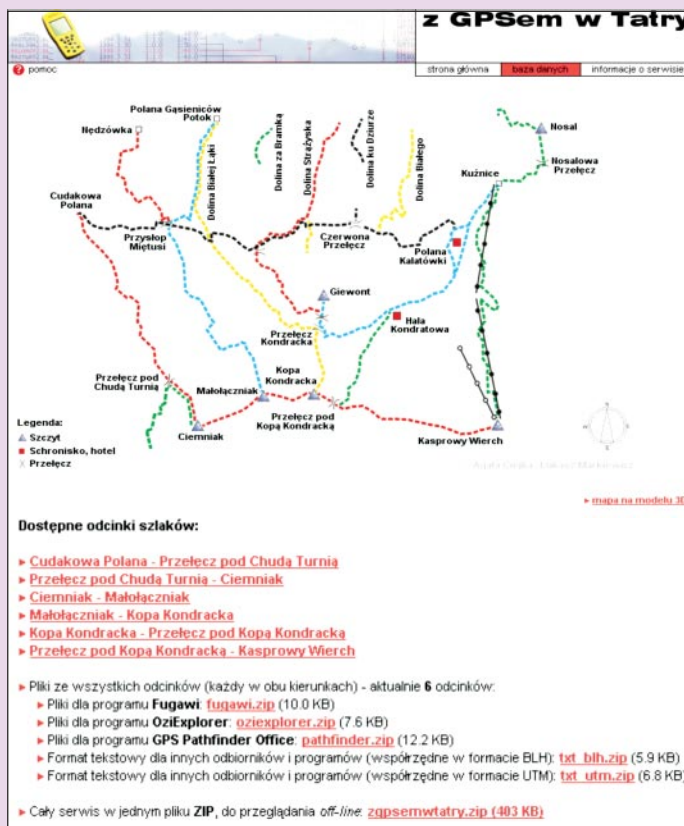
(przyjęliśmy upraszczające założenie, iż są one bezbłędne). Porównanie to pokazało (różnice współrzędnych na ilustracji 2), iż położenie punktów wyznaczone przez odbiornik GeoExplorer 3 w trakcie pomiarów obciążone jest błędem rzędu $\pm 2,5$ m. Na wielkość tę niewątpliwie wpłynął fakt wykonywania pomiarów częściowo na terenie osłoniętym (szlak nie zawsze prowadzony jest ściśle granią) i zadrzewionym. Następnie uzyskane wyniki obserwacji poddaliśmy korekcji, wykorzystując w tym celu poprawki do pseudoodległości uzyskane ze stacji referencyjnej znajdującej się na terenie Tatrzańskiego Parku Narodowego. Opracowanie wyników w trybie post-processingu pozwoliło na zwiększenie dokładności wyznaczenia współrzędnych do $\pm 0,9$ metra (różnice współrzędnych po korekcji na ilustracji 3). Z drugiej strony rejestrowane obiekty – ścieżka, szczyt, przełęcz – trudne są do jednoznacznego (tzn. centymetrowego) zlokalizowania w terenie, więc określenie ich położenia nie wymaga dokładności geodezyjnych.

Kolejnym etapem prac było utworzenie strony internetowej, która w prosty sposób udostępniaby użytkownikowi odpowiednio sprecyzowane i wyselekcjonowane dane będące istotą całego projektu. Zawarliśmy je w hierarchicznej bazie danych, z której korzysta się w dwóch etapach. Pierwszy – to wybór jednego z odcinków trasy, których przebieg przedstawiliśmy na trójwymiarowym modelu Tatr Zachodnich (ilustracja 4), oraz schematycznej mapie szlaków (ilustracja 5). Drugi to przejście do tematycznie pogrupowanych danych.

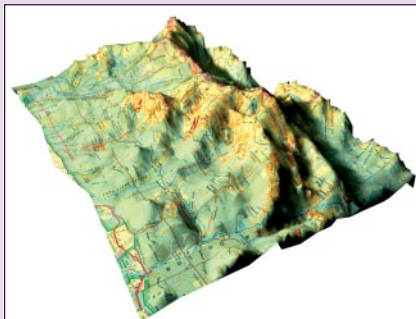
Aby wykonać trójwymiarową wizualizację terenu Tatr Zachodnich, posłużyliśmy się programem 3D Studio Viz 4 firmy Autodesk. Dane wyjściowe pozyskaliśmy z fragmentu płaskiej mapy Tatrzańskiego Parku Narodowego



Ilustracja 4. Zrzut ekranowy – mapa na modelu 3D



Ilustracja 5. Zrzut ekranowy – schematyczna mapa szlaków



Ilustracja 6. Model Tatr Zachodnich z naniesioną mapą Tatrzańskiego Parku Narodowego

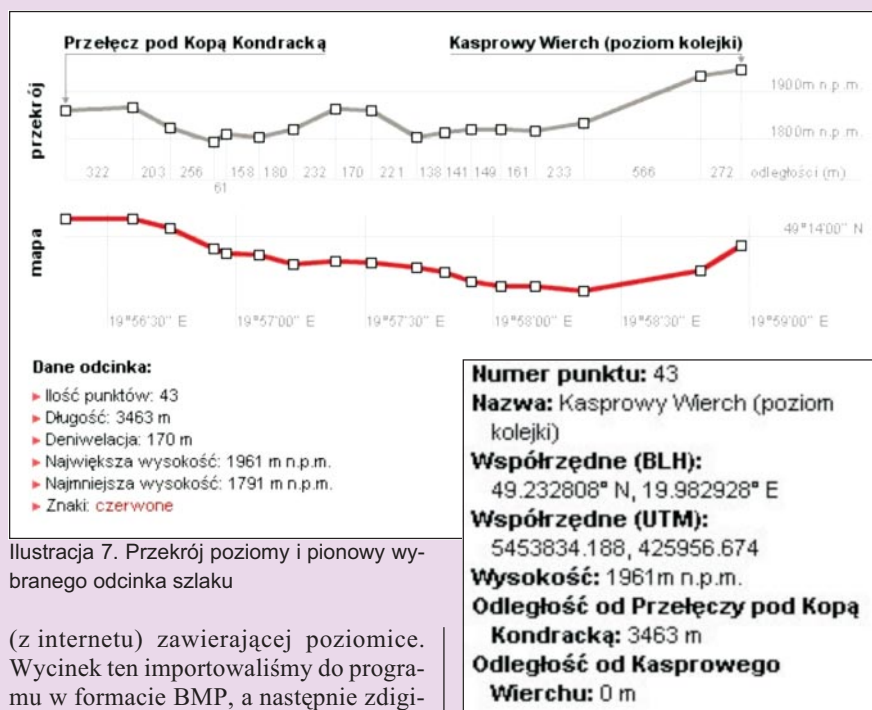
programu CoreDRAW 9, skanując fragment mapy turystycznej, a następnie wykorzystując ją jako tło ekranu, na którym zdigitalizowaliśmy szlaki oraz opisaliśmy punkty węzłowe.

Przejście do wyselekcjonowanych i tematycznie pogrupowanych informacji pozwala użytkownikowi projektu pozyskać dane o pozycji odbiornika w charakterystycznych miejscach szlaku. Przedstawiliśmy je w postaci opisowej oraz w postaci pliku, który użytkownik może

pobrać ze strony internetowej, a następnie importować do odbiornika GPS. Część opisową obrazują przekroje poziome i pionowe. Łącząc charakterystyczne punkty szlaku, pokazaliśmy jego geometrię. Zestawiliśmy również następujące informacje: liczbę punktów, długość, deniwelację, największą i najmniejszą wysokość na trasie oraz kolor znaków (ilustracja 7). Po wskazaniu wybranego elementu graficznego przekroju uzyskać można informację pochodzącą z odpowiednich rekordów bazy danych. Każdy punkt posiada atrybuty opisowe (numer, nazwa, odległość od początku i końca odcinka) oraz przestrzenne (współrzędne geodezyjne BL i współrzędne w odwzorowaniu UTM, jego wysokość nad poziomem odniesienia – ilustracja 8).

Dane w postaci punktów trasy (waypoints) zestawiliśmy w plikach obsługiwanych przez trzy różne programy: Fugawi (dla odbiorników firmy Garmin), GPS Pathfinder Office (odbiorniki Trimble), OziExplorer (program napisany przez Des i Lorraine Newman, obsługujący – jak podają autorzy – odbiorniki firm Eagle, Garmin, Lowrance, Magellan, MLR) oraz w postaci plików tekstowych (ilustracja 9).

Strona „Z GPS-em w Tatrach” dostępna jest w zasobach internetowych od jesiени pod adresem www.cyf-kr.edu.pl/TPN/GPS/. Do tej pory zanotowaliśmy ponad 1500 odwiedzin. Widząc, iż pomysły ten cieszy się zainteresowaniem, chcielibyśmy, aby nasz projekt był kontynuowany, dlatego wszystkich zainteresowanych zapraszamy do współpracy. ■



Ilustracja 7. Przekrój poziomy i pionowy wybranego odcinka szlaku

(z internetu) zawierającej poziomicę. Wycinek ten importowaliśmy do programu w formacie BMP, a następnie zdigitalizowaliśmy izolację o cięciu warstwowym 100 m oraz charakterystyczne punkty wysokościowe. Konwersja z postaci 2D do 3D (poprzez przypisanie im wysokości) pozwoliła stworzyć trójwymiarową siatkę opracowanego terenu. Siatkę tę przypisaliśmy „materiał” najbardziej odpowiadający rzeczywistości, tworząc w ten sposób trójwymiarowy model Tatr Zachodnich. Postanowiliśmy również na stworzoną uprzednio siatkę nałożyć fragment płaskiej mapy Tatrzańskiego Parku Narodowego, co wymagało wygenerowania współrzędnych mapowania (umożliwiły one dopasowanie wycinka do powierzchni obiektu) oraz wyboru sposobu rzutowania wycinka na model. Ostatecznie fragment mapy został „nałożony” z góry, a na powierzchniach modelu nierównoległych do płaszczyzny mapy – uległ rozciągnięciu (ilustracja 6).

Schematyczną mapę szlaków (model dwuwymiarowy) wykonaliśmy za pomocą

Ilustracja 8. Przykładowa informacja opisowa

Zestawienie punktów ze szlaku:

- ▶ Pliki dla programu **Fugawi** (odbiorniki firmy **Garmin**):
 - ▶ Kierunek Przełęcz pod Kopą Kondracką - Kasprowy Wierch: [pkkon-kaspw.wpt](#) (5.0 KB)
 - ▶ Kierunek Kasprowy Wierch - Przełęcz pod Kopą Kondracką: [kaspw-pkkon.wpt](#) (5.0 KB)
- ▶ Pliki dla programu **OziExplorer** (odbiorniki firm **Eagle, Garmin, Lowrance, Magellan, MLR**):
 - ▶ Kierunek Przełęcz pod Kopą Kondracką - Kasprowy Wierch: [pkkon-kaspw.wpt](#) (6.7 KB)
 - ▶ Kierunek Kasprowy Wierch - Przełęcz pod Kopą Kondracką: [kaspw-pkkon.wpt](#) (6.7 KB)
- ▶ Pliki dla programu **GPS Pathfinder Office** (odbiorniki firmy **Trimble**):
 - ▶ Kierunek Przełęcz pod Kopą Kondracką - Kasprowy Wierch: [pkkon-kaspw.ssf](#) (4.0 KB)
 - ▶ Kierunek Kasprowy Wierch - Przełęcz pod Kopą Kondracką: [kaspw-pkkon.ssf](#) (4.0 KB)
- ▶ Format tekstowy dla innych odbiorników i programów:
 - ▶ Kierunek Przełęcz pod Kopą Kondracką - Kasprowy Wierch; współrzędne w formacie BLH: [pkkon-kaspw.txt](#) (1.4 KB)
 - ▶ Kierunek Przełęcz pod Kopą Kondracką - Kasprowy Wierch; współrzędne w formacie UTM: [pkkon-kaspw.txt](#) (1.6 KB)
 - ▶ Kierunek Kasprowy Wierch - Przełęcz pod Kopą Kondracką; współrzędne w formacie BLH: [kaspw-pkkon.txt](#) (1.4 KB)
 - ▶ Kierunek Kasprowy Wierch - Przełęcz pod Kopą Kondracką; współrzędne w formacie UTM: [kaspw-pkkon.txt](#) (1.6 KB)
- ▶ Zestawienie w tabeli, również do wydrukowania lub zapisania na dysku:
 - ▶ [Kierunek Przełęcz pod Kopą Kondracką - Kasprowy Wierch](#)
 - ▶ [Kierunek Kasprowy Wierch - Przełęcz pod Kopą Kondracką](#)
- ▶ Pliki ze wszystkich odcinków (każdy w obu kierunkach) - aktualnie 6 odcinków:
 - ▶ Pliki dla programu **Fugawi**: [fugawi.zip](#) (10.0 KB)
 - ▶ Pliki dla programu **OziExplorer**: [ozieexplorer.zip](#) (7.6 KB)
 - ▶ Pliki dla programu **GPS Pathfinder Office**: [pathfinder.zip](#) (12.2 KB)
 - ▶ Format tekstowy dla innych odbiorników i programów (współrzędne w formacie BLH): [txt_blh.zip](#) (5.9 KB)
 - ▶ Format tekstowy dla innych odbiorników i programów (współrzędne w formacie UTM): [txt_utm.zip](#) (6.8 KB)
- ▶ Cały serwis w jednym pliku **ZIP**, do przeglądania *off-line*: [zgpsemwtatry.zip](#) (403 KB)

Ilustracja 9. Przykładowe zestawienie danych