Odkrywanie dziedzictwa archeologicznego – obiekty przemysłowe na obszarach leśnych

Zabytkowe mielerze

Dziedzictwo kulturowe na obszarach leśnych obejmuje liczne pozostałości po minionych wydarzeniach, które wiążemy nie tylko z archeologią, ale i z historią przemysłu. Wśród obiektów w terenie odnajdujemy również relikty mielerzy, które w przeszłości stanowiły podstawę produkcji węgla drzewnego. Prawdopodobnie jeden z okresów, kiedy ten rodzaj surowca znajdował szerokie zastosowanie, przypada na czas funkcjonowania Staropolskiego Okręgu Przemysłowego, a w XX w. – Centralnego Okręgu Przemysłowego, którego częścią stało się Zagłębie Staropolskie.

Mielerze to obiekty, na które najogólniej składał się stos drewna, ułożony na planie koła, o średnicy kilkunastu metrów, z dookolnymi zagłębieniami (otworami lub rowem), okrywane ziemią czy darnią. Uszczelnienie chroniło konstrukcję przed dopływem powietrza podczas wypału, który doprowadzał do zwęglania się drewna. Po wypale warstwę wierzchnią konstrukcji zdejmowano („ściągano oponę") i mielerz studzono, a powstały węgiel drzewny wybierano i transportowano zazwyczaj z lasu, który był zarówno miejscem pozyskiwania surowca, jak i produkcji. Obecnie pozostałości tych konstrukcji na terenach otwartych (niegdyś zalesionych) to znikome fragmenty węgli drzewnych, a na terenach leśnych – częściowo zachowane i słabo widoczne formy przestrzenne, które charakteryzują się dookolnym zagłębieniem lub rowami, mającymi jedynie kilka

Fot. R. Zapłata (UKSW)

Rys. 1. Pozostałości mielerza. Charakterystyczne dookolne zagłębienie, widoczne dzięki późniejszemu topnieniu śniegu

czy kilkanaście centymetrów głębokości. Natomiast część centralna jako pozostałość zgrupowanych węgli drzewnych przyjmuje formę niewielkiego wypiętrzenia.

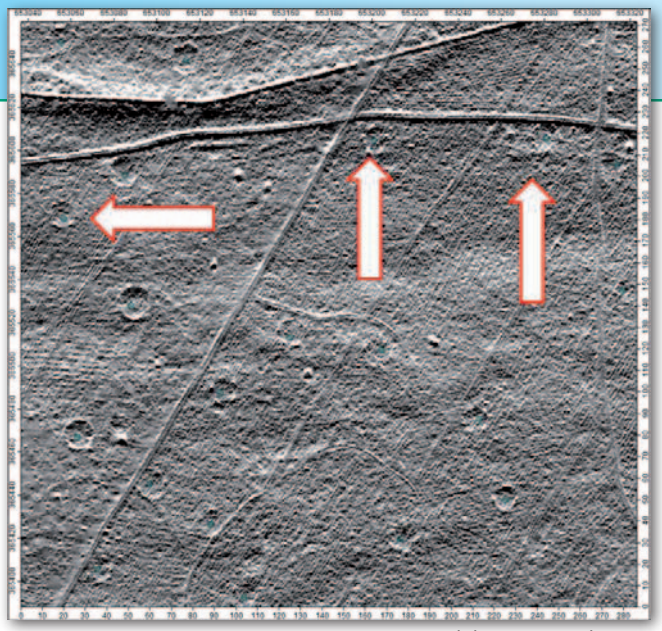
Te szczątki konstrukcji są często niemal niewidoczne w lesie, ale – jak pokazują liczne przykłady badań – dzięki technologii skanowania laserowego stają się one dostrzegalne dla naukowców mimo zniszczeń i znaczącej niwelacji. Potwierdza to m.in. odkrycie skupiska ponad 1000 mielerzy w okolicach Seredzic w województwie mazowieckim (na terenach Nadleśnictwa Marcule i Nadleśnictwa Polany), które rozpoznano w 2013 r. w ramach projektu naukowego pt. „Zastosowanie skaningu laserowego oraz teledetekcji w ochronie, badaniu i inwentaryzacji dziedzictwa kulturowego. Opracowanie nieinwazyjnych, cyfrowych metod dokumentacji i rozpoznawania zasobów dziedzictwa architektonicznego i archeologicznego" realizowanego przez Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego przy współpracy z firmą MGGP Aero, która była wykonawcą laserowych pomiarów lotniczych.

Prospekcja nieinwazyjna dziedzictwa kulturowego, o której mowa, wiąże się z lotniczym skanowaniem laserowym, a zarazem zależy w znacznym stopniu od sposobu przetwarzania i wizualizacji danych przestrzennych. Poza omówioną w poprzednim artykule (GEODETA 3/2014) metodą cieniowania zboczy (*hill shading*), która znajduje powszechne zastosowania w przetwarzaniu i wizualizacji numerycznego modelu terenu (NMT), w rozpoznawaniu obiektów zabytkowych pomagają również inne narzędzia, takie jak filtry morfologiczne. Możemy do nich zaliczyć PCA (*principal component analysis*) czy LRM (*local relief model*). Próba ukazania potencjału wybranych sposobów przetwarzania i wizualizacji NMT nie bez powodu odnosi się do pozostałości mielerzy, gdyż są to jedne z tych obiektów zabytkowych, które na obszarach zalesionych odnajdujemy w bardzo złym stanie. Ponadto charakteryzujące je deniwelacje miejscami są tak znikome, że jedynie dokładne skanowanie laserowe powierzchni terenu oraz przetwarzanie różnorodnymi filtrami umożliwiają ich rozpoznanie.

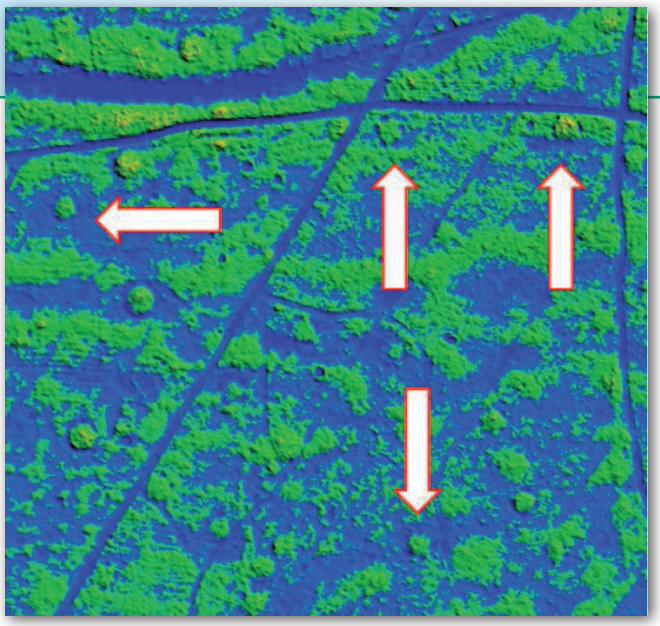
Przykładowy obiekt zabytkowy jest bardzo słabo widoczny w terenie (rys. 1). Dla porównania rzeczywisty obiekt ukazuje zdjęcie archiwalne (rys. 2). Jak zatem prezentują się omawiane obiekty zabytkowe po wykonaniu skanowania laserowe-

Fot. z arch. E. Marszałka

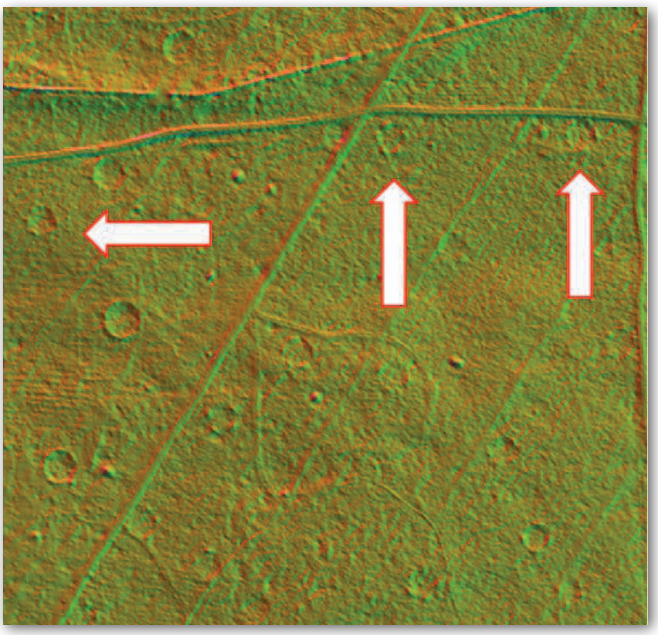
Rys. 2. Archiwalne zdjęcie mielerza – tereny Karpat, początek XX w.



Rys. 3. Mapa cieniowanego numerycznego modelu terenu. Koliste konstrukcje – pozostałości historycznych mielerzy (oprac. R. Zapłata, 2013). Na podstawie lotniczego skanowania laserowego z 2012 r. wykonanego przez MGGP Aero



Rys. 4. Wizualizacja przetworzenia NMT na podstawie LRM. Pomiary na bazie lotniczego skanowania laserowego z 2012 r. wykonanego przez MGGP Aero



Rys. 5. Wizualizacja przetworzonego NMT z wykorzystaniem filtra PCA. Pomiary na bazie lotniczego skanowania laserowego z 2012 r. wykonanego przez MGGP Aero

go, po wygenerowaniu NMT, a następnie wykonaniu cieniowania zboczy – pokazuje rysunek 3. Mapa cieniowana to przykład typowego wizualizowania zróżnicowania powierzchniowego, a następnie rozpoznawania regularnych – antropogenicznych konstrukcji. W wyniku identyfikacji charakterystycznych dookolnych zagłębień (czasami ciągłych, dookolnych rowków), przyjmujących formę miejsc zacienionych, interpretujemy te obiekty jako relikty elementów obiektów związanych z wypałem węgla drzewnego.

Na rysunku 4 przedstawiono z kolei rezultat przetworzenia NMT – wizualizację wykorzystującą LRM. To narzędzie charakteryzuje się możliwością wyodrębniania małych różnic wysokości, co ułatwia rozpoznawanie obiektów archeologicznych. Analiza zaczyna się od zgeneralizowania NMT z zastosowaniem tzw. *low-pass filter* w zadanym oczku siatki. To właśnie wielkość tego oczka definiuje, jak duże formy terenowe chcemy wyłączyć z analizy. Ocena wizualna odbywa się na modelu pokazującym różnice między naszym zgeneralizowanym modelem i oryginalnym. W wyniku tego większe formy terenowe będą mało widoczne, podczas gdy na plan pierwszy wybijać się będą obiekty małe, ale o relatywnie wyraźnych zarysach. Dodatkową opcją jest potraktowanie takiego modelu jako mapy obiektów, które nas interesują. Do poprawnego odwzorowania małych form terenu ich ekstrakcja powinna nastąpić już na bazie zerowych poziomic modelu LRM. Eliminujemy w ten sposób propagację błędu generalizacji na model różnicowy. Metoda pozwala dokładniej rozpoznawać obiekty i ich zarysy, korygując czy też uzupełniając mapę cieniowaną.

Do rozpoznawania obiektów zabytkowych można też wykorzystać filtr PCA, który umożliwia ocenę sytuacji i interpretację obiektów z innej perspektywy, dopełniając analizę pozostałości mielerzy. Rysunek 5 pokazuje efekt przetworzenia. Zastosowanie filtra PCA daje bardziej kompleksowe, a zarazem weryfikujące podejście do cieniowania NMT. Analizę rozpoczyna rozpoznanie parametrów najlepszych do wizualizacji na wybranym terenie i na danych określonej jakości. Parametry te to wysokość słońca i kąt padania jego promieni. Przyjmując jedną wysokość, generuje się serię map cieniowanych o różnym kącie, np. co 22,5 stopnia. Następnie zestawia się w jedną mapę te wybrane składowe mapy, które faktycznie pozwalają na rozpoznanie obiektu.

Zestawiając powyższe analizy uzyskujemy zróżnicowane i kompleksowe rozpoznanie obiektów zabytkowych, co w konsekwencji prowadzi do wzajemnej weryfikacji ww. przetworzeń i sprawdzenia ich skuteczności. Należy uznać, że obok samego skanowania równie istotnym elementem procesu poszukiwania obiektów antropogenicznych jest dobór i zastosowanie odpowiednich filtrów morfologicznych, które wykazują ogromną efektywność w rozpoznawaniu różnorodnych zabytków posiadających jakąkolwiek formę powierzchniową.

W artykule zaprezentowano wybrane rezultaty badań oraz prac naukowych finansowanych w ramach programu ministra nauki i szkolnictwa wyższego pod nazwą „Narodowy Program Rozwoju Humanistyki" w latach 2012-15. Materiały przygotowano z wykorzystaniem programu SAGA (System for Automated Geoscientific Analyses).

Rafał Zapłata
Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie,
Agnieszka Ptak
MGGP Aero