

Zygmunt HELIASZ*

Wydmy śródlądowe w Polsce – nowe spojrzenie

Streszczenie: Ponowne podjęcie tematu wydym zostało zainspirowane możliwością wykorzystania numerycznych obrazów wysokościowych terenu (DEM), na których równocześnie można obserwować wydmy i ich skupiska, rozróżnić ich geometryczną strukturę i „stopień świeżości” w krajobrazie. W terenach o urozmaiconej sytuacji topograficznej i bogatej roślinności okazało się, że ze względu na ich wyraźnie wyodrębniające się kontury na tle pozostałych, bardziej łagodnych form rzeźby terenu, wydmy są znacznie bardziej czytelne na stosownie sparametryzowanych obrazach DEM niż na satelitarnych obrazach fotograficznych.

Słowa kluczowe: wydmy, DEM (numeryczny obraz terenu)

Inland's sand dunes in Poland – a new approach

Abstract: The sand dunes in Poland were extensively explored and described several dozen years ago and considered a closed topic. Due to recent availability of digital terrain elevation model (DEM) the inland sand dune subject was reestablished. Using the dedicated DEM images one can simultaneously observe separate dune forms, their swarms and characteristic geometrical structures contrasting with other smoothed down forms of terrain landscape. In general, in terrains of rich topographic elements with thick vegetation cover, sand dunes are much easier identifiable upon DEM images than on satellite pictures.

Key words: sand dunes, DEM (digital elevation model)

Wprowadzenie

Od czasów Lencewicza (1922) przez wiele lat nie powstało w Polsce opracowanie geologiczne, w którym całościowy obraz wydym śródlądowych stanowiłyby zasadniczy element treści. Dopiero w latach osiemdziesiątych XX wieku wydano prace, które obejmowały obszar co najmniej Polski środkowej, charakteryzującej się największym nasyceniem wy-

* Dr, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków.

stapien wydm sródlądowych (Manikowska 1985; Nowaczyk 1986). Główny nacisk w tych pracach położony był na stratygrafię i litologię poszczególnych form. Prezentowany tu krótki przegląd dotychczasowych materiałów graficznych i opisowych ma stanowić podstawę do przygotowania monografii wydm powstałych na Niżu Polskim w czwartorzędzie, gdy na powierzchni terenu były pozostawione olbrzymie ilości osadów lodowcowych i wodnolodowcowych, z których wiatr mógł selektywnie wywiewać materiał pyłowy i piaszczysty, a nawet drobnoziarnisty. Sprzyjał temu początkowy brak pokryw roślinnych, a szczególnie lasów. Lasy, wkraczając na uformowany już krajobraz przełomu plejstocenu i holocenu w Polsce pokryły i na długo zachowały zmienne przeciwieństwa formy eoliczne terenu. Młodsze formy wydm powstawały w holocenie, gdy zaznaczył się, między innymi, udział człowieka w przekształceniu powierzchni. W pracach kartograficzno-geologicznych formy te były identyfikowane przez geografów i geologów na zdjęciach lotniczych z terenów odkrytych, na podstawie przesłanek morfologicznych terenu i terenowych punktów dokumentacyjnych, a na mapach były konturowane za pomocą prostych technik lokalizacyjnych. Po wprowadzeniu do powszechnego użytku hipsometrycznych map izoliniowych, zidentyfikowane w terenie wydmy były konturowane na podstawie kształtu poziomic. Należy tu podkreślić, że w klasycznej kartografii geologicznej, czwartorzędowe utwory, a szczególnie nagromadzenia piasków wydmowych o zupełnie monotonnej litologii, były traktowane z uwagą znacznie mniejszą niż utwory starszego podłoża. Można przypuszczać, że pewien wpływ na łatwość „dostrzegania” wydm przez kartujących, miało ich podstawowe wykształcenie geologiczne lub geograficzne. Wyznawcy szkoły „twardej geologii” bardziej szukali skalnych odsłoneń niż wydm. Ci bardziej uczuleni na różnorodność najmłodszych zjawisk geologicznych zajmowali się bardziej tarasami rzecznyymi, morenami, stożkami i ich litologią niż schowanymi w lasach wydmami. Stąd prawdopodobnie wzięło się relatywne opóźnienie w propozycji zastosowania kodu litofacjalnego do opisu osadów eolicznych (Zieliński, Issmer 2008) w stosunku do innych osadów czwartorzędowych.

W spuściźnie kilkudziesięcioletniej historii kartowania geologicznego w Polsce, na oryginalnych mapach geologicznych zestawianych w skalach od 300k. (1:300 000) do 25k. jest widoczne niejednakowe nasycenie wydzieleniami geologicznymi wydm na sąsiadujących arkuszach map. Jest to skutek nie tylko zróżnicowania budowy geologicznej. Ta nierównomierność w skalach większych została konsekwentnie przeniesiona na mapy kompilowane wydawane w skalach mniejszych (500k. i 1m.).

1. Wstępna analiza obrazów DEM

Ponowne podjęcie tematu wydm zostało zainspirowane możliwością wykorzystania numerycznych obrazów wysokościowych terenu (DEM), na których można równocześnie obserwować wydmy i ich skupiska, rozróżniać ich geometryczną strukturę i „stopień świeżości” w krajobrazie, a zarazem obserwować ich stosunek do prawdopodobnego źródła materiału. Tu dają się zaobserwować wyraźne zróżnicowania świadczące o kilku etapach intensywnego rozwoju tych form. Wyraźne zróżnicowanie daje się zaobserwować w wielkości oraz wyrazistości form wydmowych występujących w różnych grupach. Natomiast w obrębie poszczególnych grup wyróżnianych na podstawie dużego zagęszczenia pojedynczych wydm na ograniczonym obszarze, różnice wielkości, kształtu i orientacji są

niewielkie. Z istotnych obserwacji częściowo wykraczających poza dotychczasowe poglądy na genezę i wiek wydm śródlądowych istotne będzie stwierdzenie, że intensywność procesów eolicznych na Niżu zmieniała się wyraźnie pod wpływem zmian klimatycznych – przeważających wiatrów, intensywności opadów, zależała od dostawy i dostępności materiału źródłowego, oraz w istotnym stopniu od intensywności wegetacji roślinnej, również zależnej od wymienionych czynników. Proste przekonanie, że wydmy tworzą się swobodnie w klimacie umiarkowanym w sposób nieprzerwany (Małkowski 1912, 1917; Lenczewicz 1922), nie daje się utrzymać.

Z porównania obrazów DEM z satelitarnymi obrazami skanerowymi wynika jednoznacznie, że w odniesieniu do terenów klimatu umiarkowanego obrazy satelitarne ustępują obrazom DEM, jako materiały podstawowe w analizach geomorfologicznych. Spowodowane to jest bogactwem szczegółów sytuacji topograficznej oraz maskującym pokryciem szatą roślinną, zabudową oraz inną infrastrukturą na powierzchni terenu. Natomiast w obszarach pustynnych, bez gęstego pokrycia terenu obiektami roślinnymi i antropogenicznymi, bardziej dokładne w odwzorowaniu szczegółów obrazy satelitarne są natomiast zdecydowanie bardziej przydatne do interpretacji geomorfologicznej niż znacznie zubożone w informacje szczegółowe obrazy DEM (rys. 1). Na obrazach satelitarnych można wyróżnić kilka generacji wydm tworzących jednak wspólną całość – drobniejsze formy są wkomponowane w formy większe, zatem powstawały one w jednym ciągu transportu eolicznego, przy okresowo zmiennej energii wiatrów. Tak szczegółowe zróżnicowanie form eolicznych jest możliwe tylko na obrazach fotograficznych, gdzie formy rzeźby terenu są wyrażone w nasyceniu i odcieniach barw, jasności oraz w kształtach i wymiarach poszczególnych elementów treści, z rozdzielczością kilkakrotnie przekraczającą rozdzielczość DTED poziom 2 (ok. 35 m).

2. Mapa numeryczna wydm Polski 500k.

Po wprowadzeniu do praktyki geologicznej numerycznego modelu terenu (DEM) w Polsce w terenach o urozmaiconej sytuacji topograficznej okazało się, że na stosownie sparametryzowanych obrazach wydmy – podobnie jak wcięcia erozyjne i skarpy – są znacznie bardziej czytelne niż satelitarne obrazy fotograficzne, ze względu na ich wyraźnie wyodrębniające się kontury na tle pozostałych, bardziej łagodnych form rzeźby terenu (rys. 2). Efekt ten zależy głównie od rozdzielczości danych wysokościowych terenu (DTED – digital terrain elevation data), co wyraźnie wynika z porównania trzech dostępnych dla całego obszaru Polski danych wysokościowych: DTED poziom 1, o rozdzielczości około 100 m (uzyskany ze zdigitalizowania poziomic z map topograficznych 200k.), DTED poziom 2, o rozdzielczości poziomej około 35 m i wysokościowej interpolowanej około 1 m (uzyskany ze zdigitalizowania poziomic z map topograficznych 50k.), DTED poziom 3, o rozdzielczości 3" czyli około 90 m (uzyskany z SRTM – Shuttle Radar Topography Mission – danych wysokościowych z radarowych pomiarów interferometrycznych z satelitarnego wahadłowca Endeavor).

Ze wzajemnego porównania obrazów na rysunku 2 wyraźnie wynika jakościowa przewaga DTED2 nad pozostałymi. Na przedstawionych tu ilustracjach obraz uzyskany z DTED1 o znacznie mniejszej rozdzielczości, w reprodukcji do druku okazał się zbliżony jakościowo

do obrazu pochodzącego z DTED2, co może być mylące. W rzeczywistości, w oryginalnej skali materiałów roboczych, a więc rzędu 250k, obraz pochodzący z DTED2 jest znacznie bardziej wyrazisty. Zrównanie jakości zostało spowodowane koniecznością dostosowania rozdzielczości obu obrazów do rozdzielczości drukarki. Obraz z danych SRTM 3" jest zdecydowanie mniej rozdzielczy i nawet w oryginalnej skali opracowania 250k, jego czytelność jest znacznie niższa niż obrazów pozostałych. Z kolei z porównania wysokościowego modelu terenu opartego na DTED2 z granicami różnych innych morfolożycznych utworów przedstawionych na mapach geologicznych wynika, że DEM jest wiarygodnym materiałem do geomorfologicznej identyfikacji granic rzeźbotwórczych utworów i procesów geologicznych. Istniejące oprogramowanie pozwala także na znacznie szersze zastosowanie obrazów DEM niż tylko analiza geomorfologiczna i związane z nią implikacje genetyczne i wiekowe. Udane są zastosowania DEM do wstępnego szacowania zasobów piasków w poszczególnych formach czy skupiskach wydym (Heliasz 2007).

W celach porównawczych zestawiono obraz zespołów wydym z okolic Sadownego nad Bugiem (Małkowski 1912) skartowanego metodą krokówkowo-busolową, a tym samym terenem przedstawionym przy zastosowaniu DEM-u (rys. 3). Nie jest na razie jasne, czy pewne różnice widoczne w przebiegu poszczególnych form wynikają z naturalnych przekształceń powierzchni terenu w ciągu ostatnich 100 lat, rozdzielczości DEM, czy też dowodzą niedokładności przy pracy metodami polowymi wówczas stosowanymi.

Przygotowywana mapa numeryczna wydym będzie stanowić składany załącznik podstawowy w skali 1m, do Atlasu Wydym Polski. Zatem treść mapy i jej forma będą wyznaczały edytorską formułę do spójnego zastosowania w pozostałej treści Atlasu, obecnie będącego we wstępnej fazie przygotowań.

Literatura

- Heliasz Z., 2007 – Zastosowanie obrazów DEM (Numerycznego modelu wysokościowego) do wyznaczenia zasięgu pól wydymowych jako źródła piasku w Polsce. Technika Posz. Geol. Geotermia, Zrównoważony Rozwój, nr 1, Kraków.
- Lencewicz S., 1922 – Wydmy śródlądowe Polski. Przegląd Geograficzny, t. 2, Warszawa.
- Małkowski S., 1912 – Wydmy piaszczyste okolic Sadownego. Kosmos 37, Lwów.
- Małkowski S., 1917 – O wydymach piaszczystych okolic Warszawy. Prace Tow. Nauk. Warsz. XXIII, Warszawa.
- Manikowska B., 1985 – O glebach kopalnych, stratygrafii i litologii wydym Polski środkowej. Acta Geogr. Lodz. 52, Łódź.
- Nowaczyk B., 1986 – Wiek wydym, ich cechy granulometryczne i strukturalne, a schemat cyrkulacji atmosferycznej w późnym wistulianie i holocenie. Wyd. Naukowe Uniwersytetu im. A. Mickiewicza, seria Geografia 28, Poznań.
- Zieliński P., Issmer K., 2007 – Propozycja kodu genetycznego osadów środowiska eolicznego. Przegląd Geol., t. 56, nr 1, Warszawa.

Objaśnienia do rysunków

Rys. 1. Wycinki obrazu satelitarnego TM Landsat 7, NASA; A do F: kolejne wycinki w coraz większej skali przedstawiające szereg generacji wydym o ogólnej orientacji NE-SW w południowo zachodnim obrzeżeniu masywu Tibesti. Wycinek tego samego obszaru przedstawiony na podstawie dostępnych DTED (uzyskanych z SRTM – Shuttle Radar Topography Mission – danych wysokościowych z radarowych pomiarów interferometrycznych z satelitarnego wahadłowca Endeavor, o rozdzielczości 3" kątowych), jest nieporównanie mniej czytelny;
A – obraz satelitarny Landsat 7 o szerokości około 2000 km, w barwach zafalszowanych;
B – fragment obrazu A w barwach naturalnych, o szer. około 255 km;
C – fragment B, o szerokości około 25 km; D – jak C, o szerokości 4,5 km;
E – wycinek szczegółowy, jak D, o szerokości około 500 m;
F – DEM oparty na danych SRTM 3", wycinek z dolnej części B

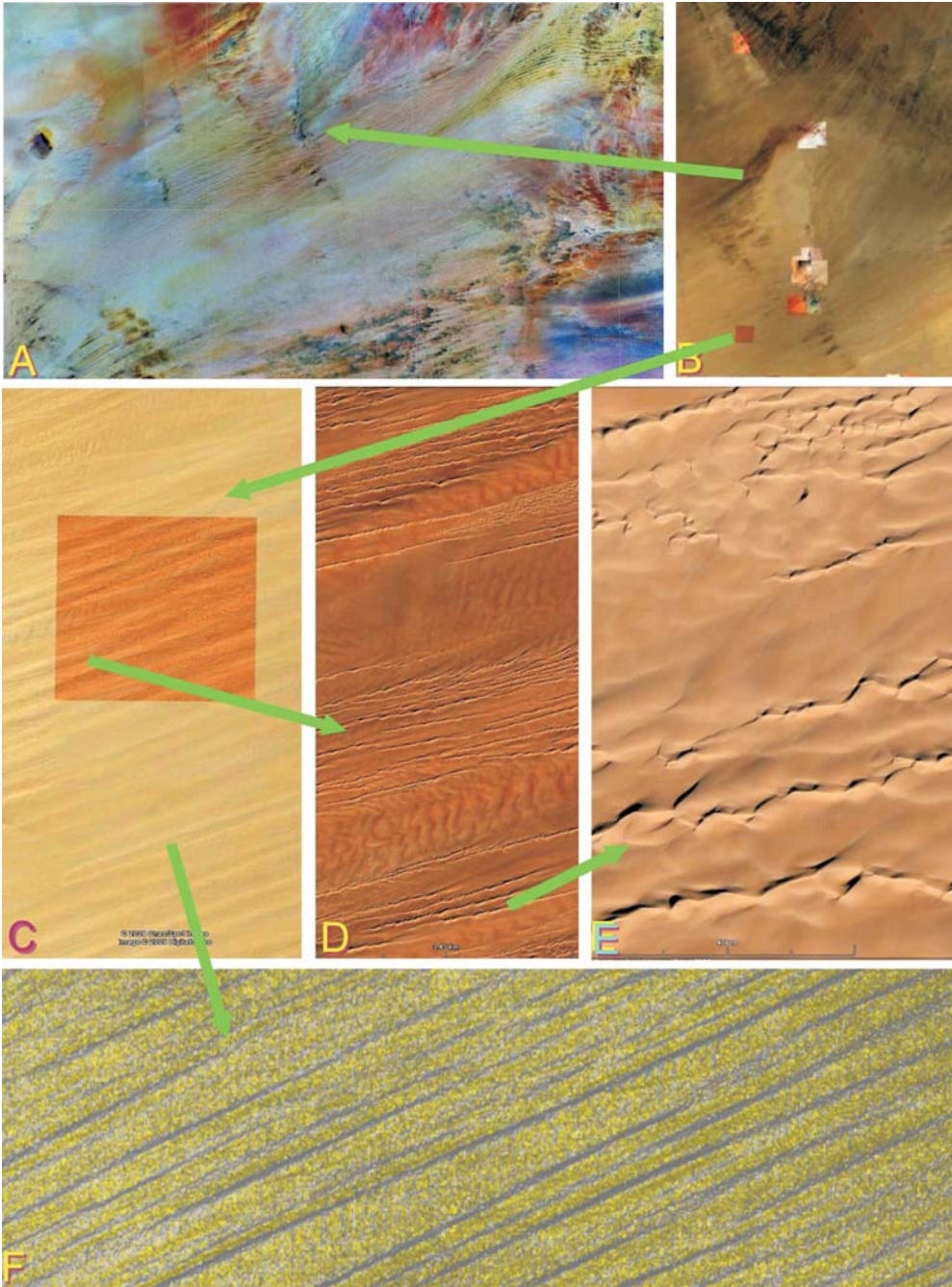
Fig. 1. Portion of a satellite image (Landsat 7 TM, NASA); Presentation of the same terrain in sequentially growing scale; several generations of sand dunes oriented NE-SW at the SW peripheries of the Tibesti Massif. A – false color Landsat im., terrain width ca 2000 km; B – portion of A, in natural color, width ca 255 km; C – as B, width 25 km, D – as B, width ca 4.5 km; and E – terrain width ca 500 m; F – southern portion of the same terrain as B, presented in the DEM image based on the Endeavor SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) 3" data, width ca 90 km

Rys. 2. Wycinek terenu 20–21°E/52–52.6666667°N (pokrywający się z granicami standardowego arkusza mapy geologicznej Warszawa Zachód 200k.) w postaci obrazów DEM wygenerowanych za pomocą GlobalMapper'a (A z DTED2 i B z SRTM3") oraz z Surfera (C z DTED2, D z DTED1) jest przedstawiony w różnych manierach graficznych; E i F są wycinkami z A i B

Fig. 2. The DEM of portion of terrain E 20–21°/N 52–52.6666667° (location of the standard sheet Warszawa Zachód geological map 200k.); images DEM were generated from SRTM (B) and DTED by the GlobalMapper (A) and Surfer programs (B & C)

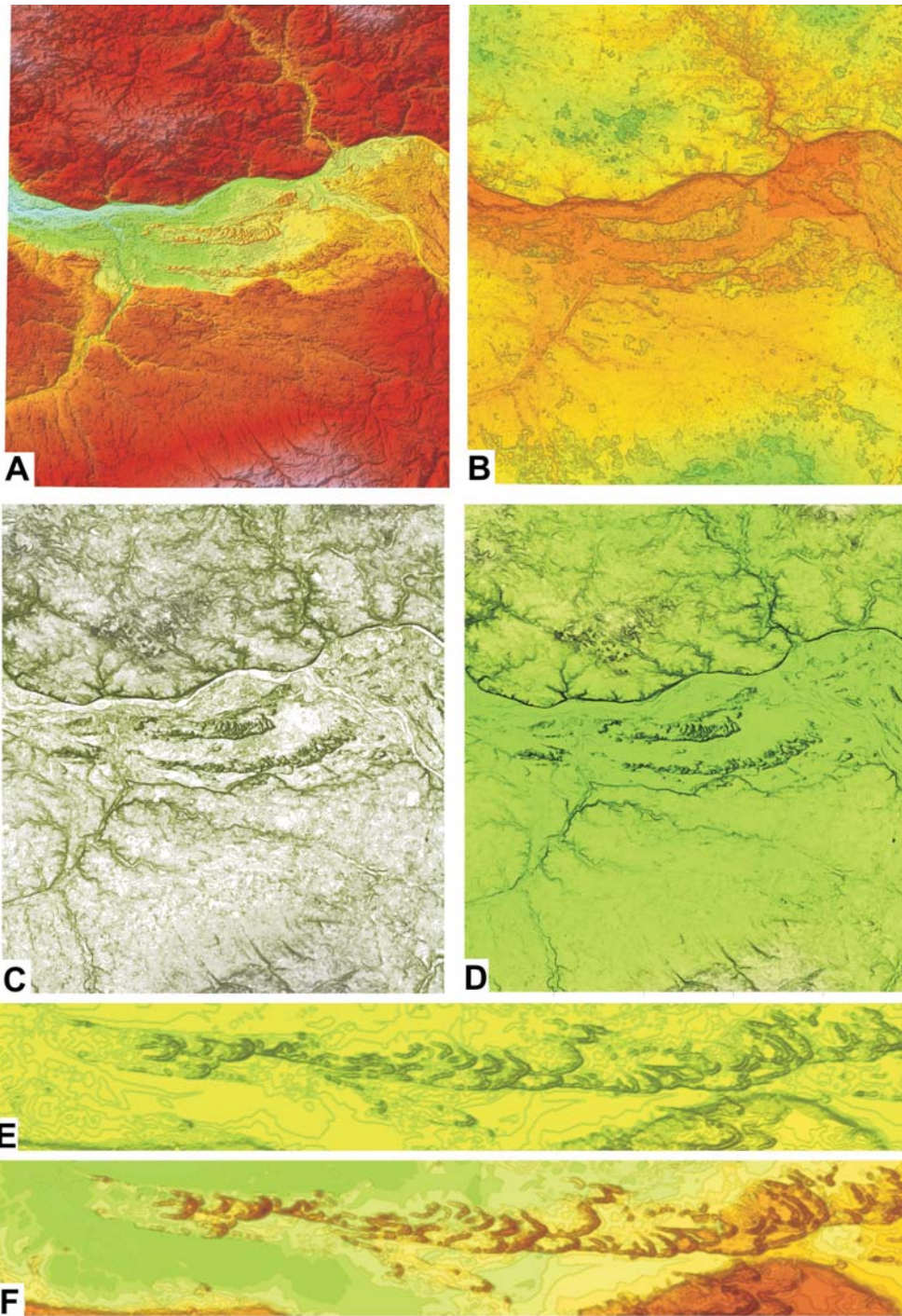
Rys. 3. Rejon Sadownego nad Bugiem przedstawiony (A) w pracy Małkowskiego (1912), jako obraz DEM (B i C) i na zdjęciu satelitarnym (D); e – prawdopodobne ślady eksploatacji piasków wydymowych

Fig. 3. The Sadowne upon the Bug river presented in Malkowski's (1912) paper (A), on DEM image (B detail, and C general view) and in the Landsat (NASA – Google) satellite image (D); e – probable signs of local sand pitting



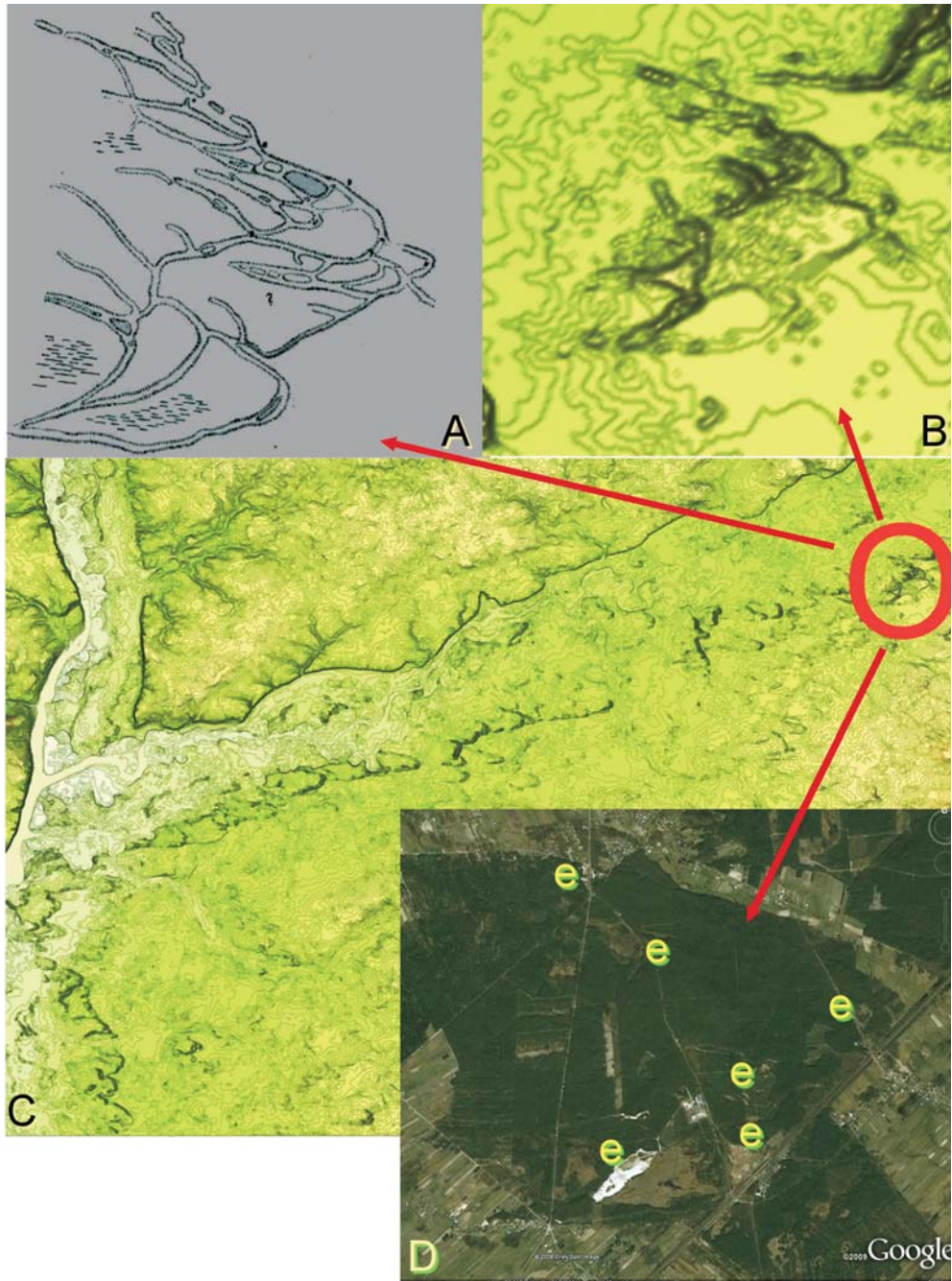
Rys. 1.

Fig. 1.



Rys. 2.

Fig. 2.



Rys. 3.

Fig. 3.