

Mieczysław Kunz, Andrzej Nienartowicz, Dariusz Kamiński, Miłosz Deptuła

ZASTOSOWANIE TECHNOLOGII GIS DO OCENY ZMIAN WYSTĘPOWANIA ROŚLINNOŚCI KSEROTERMICZNEJ NA STANOWISKU W FOLUSZU KOŁO SZUBINA W 1959 I 2012 ROKU

1. Wstęp

Na stanowisku w Foluszu roślinność kserotermiczna porasta niewielki pagórek wydmy położony wśród rozległych łąk w dolinie Noteci. Korzystna ekspozycja zbocza po stronie południowej wzniesienia stworzyła dobre warunki dla roślinności reprezentującej zimny step ostnicowy. Z komponentów tej formacji roślinnej na przestrzeni ostatnich 150 lat podawano stąd takie gatunki: jak *Stipa joannis*, *Anemone sylvestris*, *Avenastrum pratense*, *Linosyris vulgaris*, *Scorzonera purpurea*, *Hieracium echiioides*, *Silene chlorantha*, *Veronica spicata*. Wymienione gatunki występowały tu wspólnie – co jest rzeczą bardzo osobliwą – z roślinami typowymi dla zespołów łąk wilgotnych, okresowo zalewanych z rzędu *Molinietalia*, jak *Galium boreale*, *Gentiana pneumonanthe*, *Iris sibirica*. Według Sulmy i Walasa (1963) wspólne występowanie dwu, tak odmiennych grup roślin rzuca nowe światło na możliwości wędrówki elementu kontynentalnego, reprezentującego zimny step ostnicowy.

Roślinność kserotermiczna w Foluszu interesowała botaników z Torunia od lat pięćdziesiątych minionego stulecia, tj. niemal od chwili utworzenia w tym mieście Uniwersytetu Mikołaja Kopernika. Oprócz prof. Walasa badania prowadzili tu prof. Jadwiga Wilkoń-Michalska i prof. Ryszard Bohr, którzy stwierdzili występowanie tu nowego gatunku dla planowanego rezerwatu – *Linum perenne* L. (Wilkoń-Michalska i Bohr, 1960), oraz Ceynowa (1968), która wykonała analizę fitosocjologiczną. Botanicy z Torunia przeprowadzili też porównanie występowania niektórych składników ówczesnej flory tego terenu z wcześniejszymi stanami opisanymi w literaturze przez botaników niemieckich. Rzadkie rośliny stepowe obserwowali tu bowiem Kühling (1866) i Spribille (1887), a obszerniejsze notatki florystyczne podał Miller (1902). Drugi z wymienionych florystów niemieckich wymienił w swoim opracowaniu między innymi stanowisko *Stipa pennata*, które potwierdził Bock (1908).

Przyrodnicy z uniwersytetu toruńskiego potwierdzili również postulowaną wcześniej przez Urbańskiego (1935), konieczność objęcia pagórka w Foluszu czynną ochroną prawną z uwagi na spontaniczne zarastanie muraw kserotermicznych osiką i innymi gatunkami drzew oraz trwającą od wielu lat eksploatację piasku dokonywana przez okoliczną ludność. Ponadto floryści i ekolodzy z Uniwersytetu Mikołaja Kopernika sporządzili mapę roślinności porastającej pagórek wydmy w Foluszu, a w poszczególnych typach zbiorowisk roślinnych wykonali zdjęcia fitosocjologiczne. Niektóre z miejsc, gdzie wykonywano zdjęcia fitosocjologiczne, stały się stałymi powierzchniami

badawczymi. W różnych odstępach czasu powtarzano w nich spisy gatunków i oceniano ich ilościowość. W tych samych latach wykonywane były też zdjęcia fitosocjologiczne w innych miejscach, gdzie rozwijały się najbardziej typowe, bądź interesujące ze względu na występujące gatunki kserotermiczne, zbiorowiska roślinne. Zachowane materiały kartograficzne i przeważająca część zdjęć fitosocjologicznych nie były dotąd publikowane. Z uwagi na unikalność florystyczną pagórka wydmowego w Foluszu uznaliśmy, że materiały te powinny zostać opracowane przy użyciu nowych metod badawczych (w tym technologii GIS) i opublikowane. Opracowanie tych materiałów umożliwi porównanie ich ze stanem flory i roślinności tego obiektu z początku XXI wieku, ocenionym przez botaników z uczelni bydgoskich. W latach 2001–2002 listę gatunków oraz listę syntaksonów występujących na pagórku w Foluszu i w jego bezpośrednim sąsiedztwie sporządziła bowiem Halina Ratyńska. Obie listy zostały opublikowane w artykule Banaszaka i in. (2004), prezentującym również faunę żądłówek (Hymenoptera: Aculeata: Apoidea, Scolioidea) towarzyszącą tej roślinności. Praca tych badaczy oraz opracowanie rozległego kompleksu łąk otaczających omawiany pagórek, dokonane przez Ewę Krasicką-Korczyńską z ośrodka bydgoskiego i Lucjana Rutkowskiego z ośrodka toruńskiego (Krasicka-Korczyńska i Rutkowski, 2005), a także zaprojektowanie ścieżki przyrodniczej w tym interesującym terenie (Krasicka-Korczyńska, 2005) i starania innych ludzi nauki, działaczy społecznych i przedstawicieli władz lokalnych, sprawiło, że w 2010 roku na listę nowych specjalnych obszarów ochrony siedlisk w Polsce włączono obiekt „Łąki Trzęślicowe w Foluszu” z kodem PLH040027 o powierzchni 230,32 ha. We wschodniej części tego obszaru znalazł się omawiany pagórek wydmowy porośnięty roślinnością kserotermiczną.

Autorzy niniejszego artykułu podjęli wstępne badania terenowe na stanowisku w Foluszu w sezonach wegetacyjnych 2001 i 2002 i wznowili je w 2012 roku. Na bazie informacji pozyskanych w toku własnych badań terenowych oraz materiałów historycznych zgromadzonych przez prof. Wilkoń-Michalską przeprowadziliśmy syntezę niektórych danych pochodzących z tych źródeł. Celem niniejszego opracowania było:

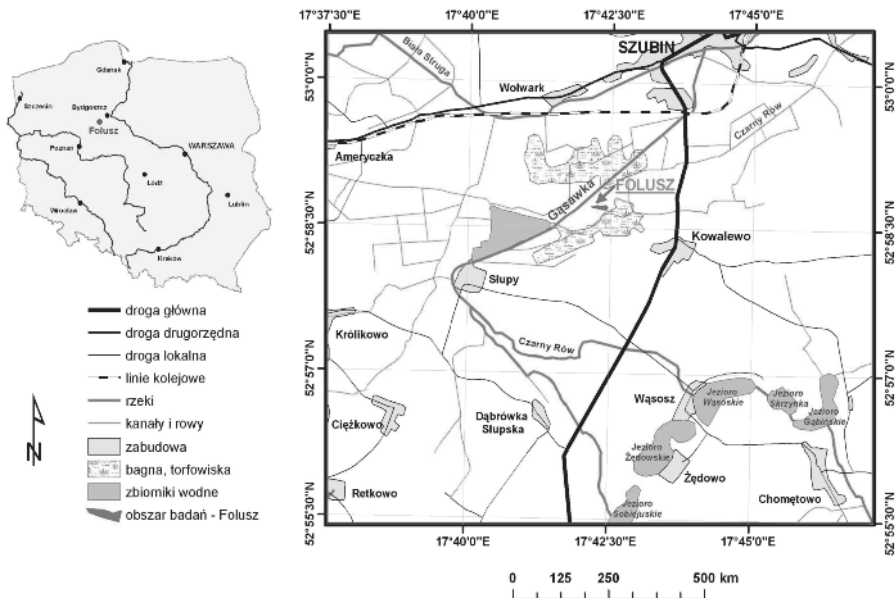
- sporządzenie trójwymiarowego modelu współczesnego pagórka w Foluszu oraz odtworzenie jego orografii z okresu przed utworzeniem kopalni żwiru oraz wykonaniem przekopu i utworzeniem drogi przecinającej pagórek,
- przeprowadzenie analizy zmian czasowych roślinności na podstawie istniejącej serii zdjęć lotniczych,
- wykonanie techniką komputerową mapy roślinności rzeczywistej porastającej pagórek wydmowy w Foluszu w 1959 roku na podstawie szkicu sporządzonego przez prof. Wilkoń-Michalską,
- wykonanie tą samą techniką mapy roślinności według stanu roślinności z 2012 r. na podstawie szkicu wykonanego w badaniach własnych,
- określenie zakresu zmian w szacie roślinnej na podstawie porównania obu map roślinności rzeczywistej oraz analizy serii czasowej istniejących zdjęć lotniczych.

Wyniki analiz zmian florystycznych, dendrometrycznych i fitosocjologicznych, przeprowadzonych z uwzględnieniem niepublikowanych materiałów historycznych, będą przedstawione w odrębnych opracowaniach.

2. Teren badań

Pagórek wydymy porośnięty roślinnością kserotermiczną w Foluszu położony jest w zachodniej części województwa kujawsko-pomorskiego, około 30 km na pld.-zachód od miasta Bydgoszcz i w odległości około 4 km od stacji kolejowej w Szubinie w kierunku południowo-zachodnim (Rys. 1). W najbliższym sąsiedztwie zachodniego krańca pagórka, nad rzeczką Gąsawką stanowiącą lewy dopływ Noteci, znajduje się małe osiedle rolnicze Folusz (określane wcześniej jako Folusz Młyn) w obrębie którego zlokalizowany jest nieczynny dziś młyn.

Według Kondrackiego (2000) okolice Folusza stanowią część Wysoczyzny Szubińsko-Łabiszyńskiej o kodzie 315.353, która jest częścią Kotliny Toruńskiej. Wchodzący w skład tych jednostek pagórek w Foluszu jest jedną z wielu piaszczystych wydym wznoszących się ponad rozległy obszar torfiastych łąk pradoliny Noteci. Wydma o powierzchni około 3 ha ma kształt klina zwężającego się ku zachodowi. Długość tego klina wynosi przeszło 300 m a największa szerokość blisko 100 m (Wilkoń-Michalska i Bohr, 1960). Część południowo-zachodnia pagórka wydymowego opada łagodnie ku łąkom, a część wschodnia wznosi się na wysokość 5 m nad poziom otaczających łąk torfiastych w dolinie Noteci. Są to głównie łąki z rzędu *Molinietalia* (Korczyńska-Krasicka i Rutkowski 2005). W przeszłości w najwyższej części wydmy eksploatowano do połowy lat pięćdziesiątych piasek i przekopano drogę, która podzieliła teren na dwie części – prawie bezdrzewną i silnie nasłonecznioną część południowo wschodnią i część zachodnią, pokrytą lasiem w którym występują dąb szypułkowy, sosna zwyczajna, topola osika, brzoza brodawkowata i jabłko dzika. Pomiędzy kępami wysokich drzew do dziś zachowały się większe powierzchnie bezdrzewnych muraw porośniętych głównie trawami *Calamagrostis epigejos*, *Bromus*



Rys. 1. Lokalizacja terenu badań.

inermis czy *Brachypodium pinnatum*. Wśród nich utrzymują się populacje niektórych wymienionych gatunków stepowych.

Gleba badanego obiektu przyrodniczego ma charakter drobnego luźnego i bezwapiennego piasku, który w warstwach głębszych przechodzi w bardziej zbity piasek mocno gliniasty. Określane w przeszłości odczyn gleby wahał się w górnych warstwach gleby w granicach pH od 5 do 5,5, zaś głębiej wynosił 6,5 (Wilkoń-Michalska i Bohr, 1960).

Trwające przez kilka dziesięcioleci zwlekanie z objęciem ochroną prawną pagórka w Foluszu spowodowało, że w 1996 roku Nadleśnictwo Szubin, którego własnością jest część badanego terenu, przystąpiło do zalesienia pagórka. Największe zalesienia przeprowadzono na odsłoniętych piaskach południowo-wschodniej części wydmy, w miejscu gdzie przez wiele lat wybierany był piasek. Tę część wydmy zalesiono sosną zwyczajną, jedynie od strony drogi przecinającej wydmy wprowadzono kilka rzędów brzozy brodawkowatej (pododdział p oddziału leśnego 66A, powierzchnia 0,60 ha). Brzozę posadzono też po drugiej stronie drogi (pododdział o pow. 0,12 ha).

Dwa lata później większe zalesienia sosną przeprowadzono w zachodniej części pagórka wydmowego, tj. od strony osady Folusz (pododdział r, pow. 0,32 ha). Po wschodniej części młodnika sosnowego próbowano założyć uprawę *Quercus robur*. Udatność uprawy była jednak niewielka i dziś występuje tu kilka rzędów bruzd wyoranych w kierunku N-S z rosnącymi gdzieniegdzie małymi okazami dębu.

3. Metody

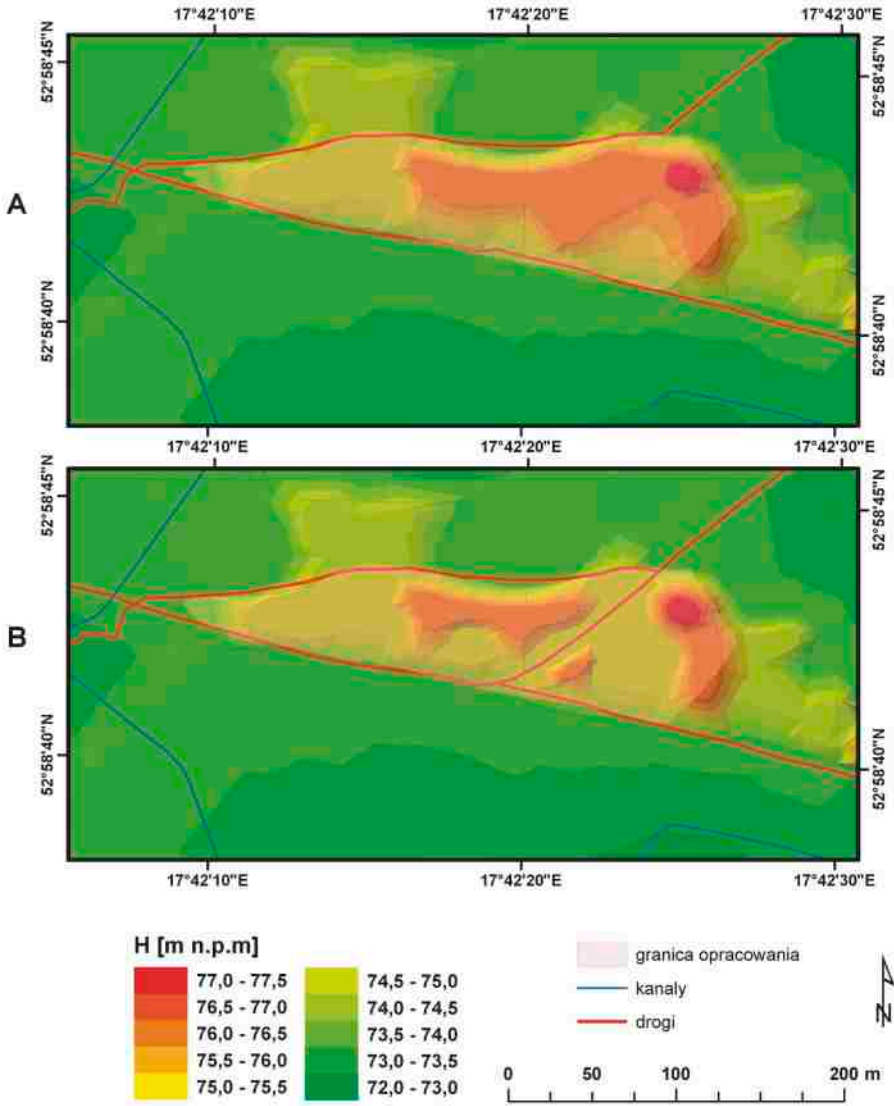
Obróbkę materiałów kartograficznych przeprowadziliśmy w technologii GIS. Na bazie mapy topograficznej w skali 1:10 000 i zdjęć lotniczych wykonano model DEM aktualnego stanu pagórka wydmowego oraz przeprowadzono rekonstrukcję jego geomorfologii z okresu przed wykonaniem przekopu i poprowadzenie drogi przez badaną wydmy. Przy sporządzaniu DEM i rekonstrukcji orografii terenu stosowano model TIN wykonany dla TBD oraz wykonano pomiary lokalizacji punktów rozproszonych odbiornikiem GPS Topcon GMS-2.

Wykorzystując program ArcGIS 9.3 na mapę topograficzną nałożono plan rozmieszczenia zbiorowisk roślinnych pagórka Folusz wykonany w 1959 roku przez Wilkoń-Michalską. Jako następną warstwę informacji naniesiono mapę roślinności rzeczywistej prezentującej jej stan w 2012 roku.

Kolejnymi źródłami danych w systemie informacji o roślinności pagórka wydmowego Folusz była seria czasowa zdjęć lotniczych z 1961, 1975, 1986 i 2005 roku. Mapy i zdjęcia lotnicze z różnych lat pozwoliły określić zmiany wielkości i położenia poszczególnych zbiorowisk roślinnych w okresie pomiędzy 1959 a 2012 rokiem.

4. Wyniki

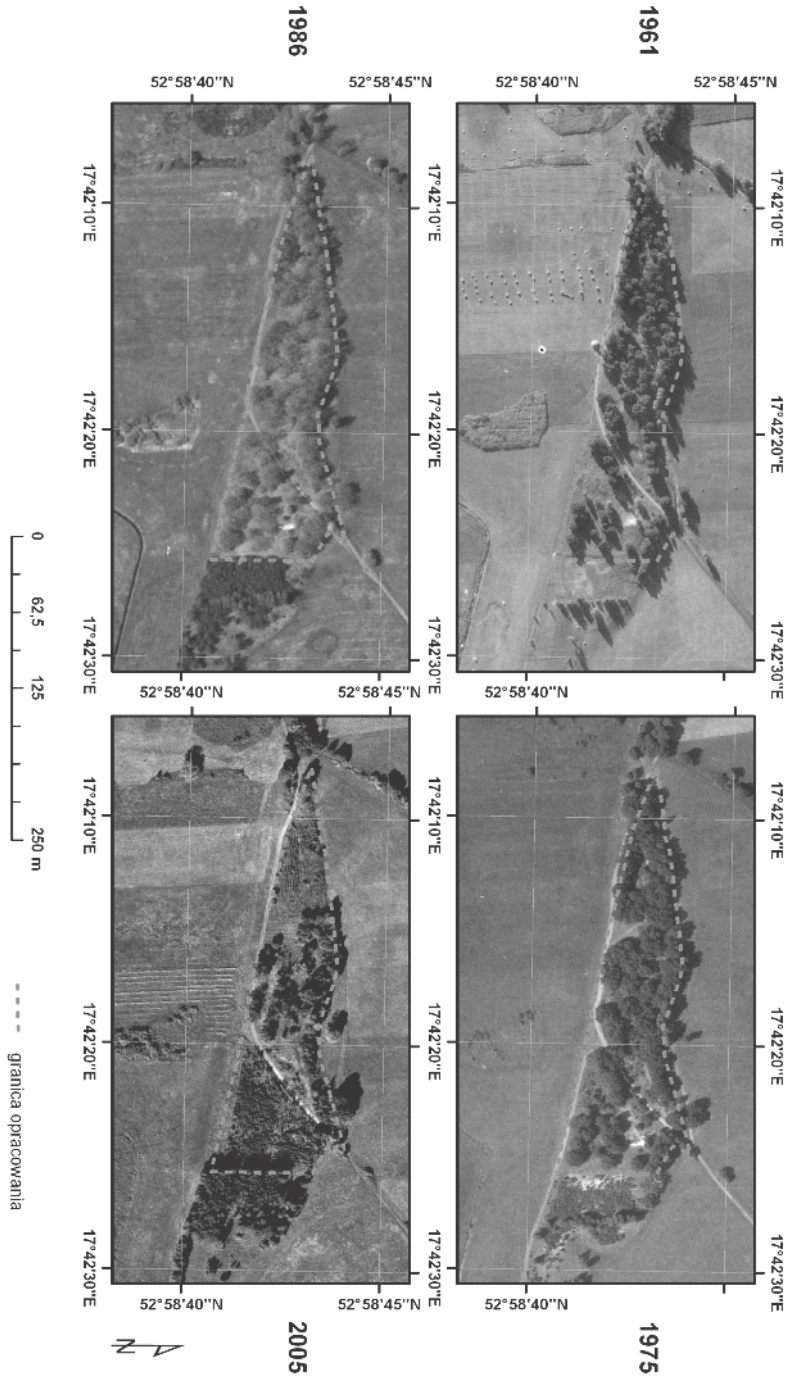
Na rysunku 2, prezentującym dwa stany pagórka wydmowego, największe różnice geomorfologiczne zaznaczają się w środkowej i wschodniej części badanego obiektu. Nowym elementem w stanie B, zlokalizowanym w środkowej części wydmy jest przekop,



Rys. 2. Trójwymiarowy model terenu (DEM) powierzchni badawczej „Folusz”: A – stan obecny; B – rekonstrukcja z okresu przed wykonaniem przekopu.

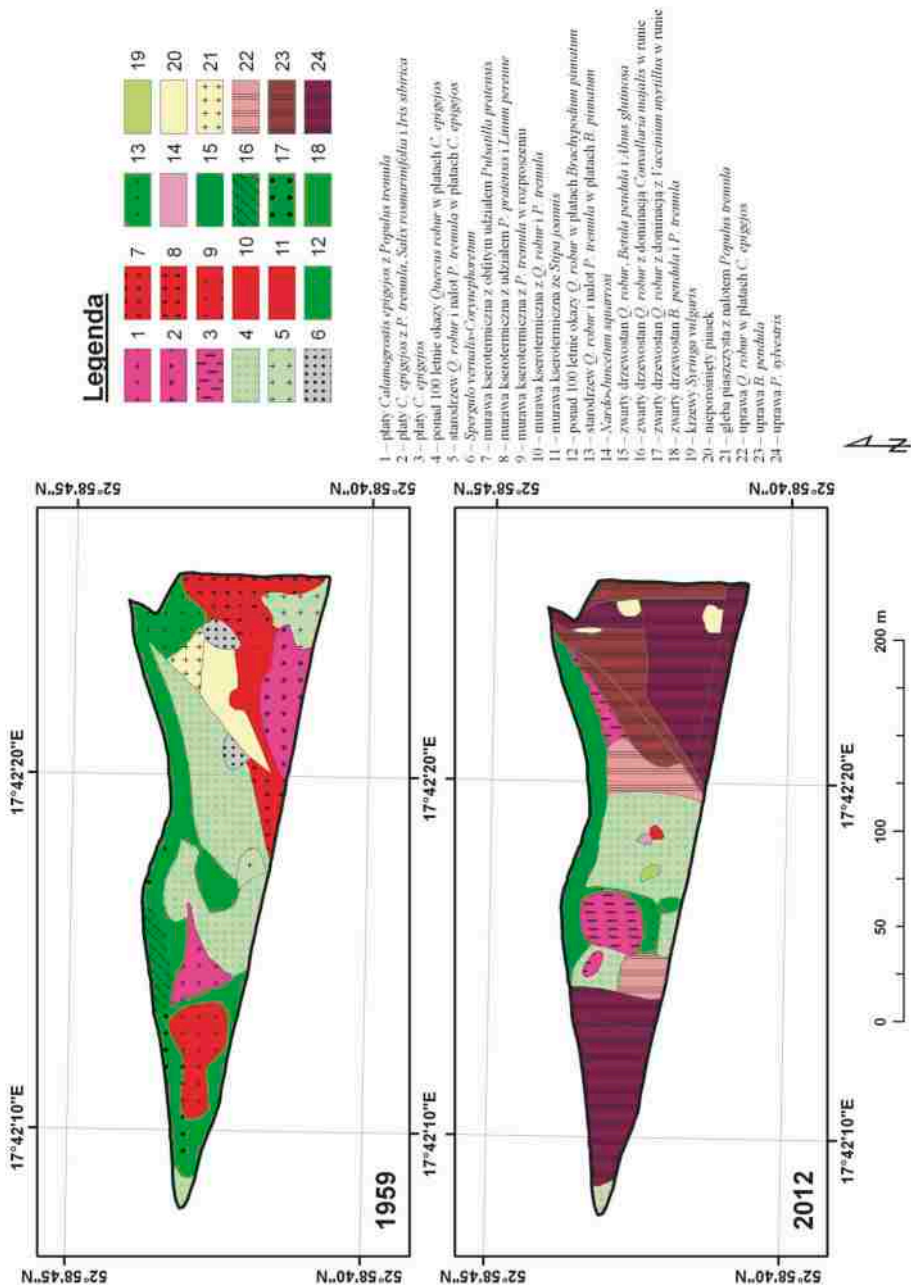
którego dnem przebiega droga gruntowa. W części wschodniej różnice dotyczą obniżenia terenu spowodowanego obecnością byłej kopalni żwiru. Na modelu wyraźnie zaznacza się też często opisywane w literaturze stopniowe obniżanie pagórka w kierunku zachodnim począwszy od najwyższego punktu.

Natomiast seria fotografii lotniczych dobrze oddaje zmiany pokrywy roślinnej, szczególnie warstwy drzew, na pagórku Folusz (Rys. 3). Na zdjęciu z 1961 roku widać wyraźnie drogę przecinającą wydmy w kierunku NE-SW. Wyraźnie zaznaczają się kępy drzew liściastych, w zdecydowanej większości dębów. Szczególnie licznie występują one



Rys. 3. Sekwencja czasowa zdjęć lotniczych powierzchni badawczej „Folusz”.

ZASTOSOWANIE TECHNOLOGII GIS DO OCENY ZMIAN WYSTĘPOWANIA ROŚLINNOŚCI KSEROTERMICZNEJ NA STANOWISKU W FOLUSZU KOŁO SZUBINA W 1959 I 2012 ROKU



Rys. 4. Mapy roślinności rzeczywistej porastającej pagórek wydmowy w Foluszu wg stanu z 1959 (A) i 2012 roku (B).

w zachodniej części powierzchni badawczej. W części wschodniej, tj. po drugiej stronie drogi, zajmują one mniejszą powierzchnię. Wyraźnie odcina się wśród nich jasna powierzchnia – miejsce wydobywania piasku.

Na zdjęciu z 1975 roku widać boczną drogę prowadzącą do kopalni piasku i jeszcze silniejszy rozrost drzew na całej badanej powierzchni. Na zdjęciu zaznaczają się też zmiany roślinności w sąsiedztwie powierzchni badawczej. Z fotografii widać, że bezleśna powierzchnia prostokątna, sąsiadująca od wschodu z obszarem badań, jest zalesiona. Na granicy pomiędzy powierzchnią badawczą a uprawą założoną w sąsiedztwie widać powierzchnię piaszczystą, niemal nieporośniętą roślinnością.

Ze zdjęcia wykonanego w 1986 roku widać, że badany teren został dość znacznie odlesiony. Pomiędzy drzewami występują bowiem większe powierzchnie trawiaste. Na fotografii z 2005 roku widać natomiast, że stare dęby zachowały się jedynie w środkowej części i wzdłuż płn-wschodniej granicy powierzchni badawczej. Brak starych dębów w części wschodniej badanej powierzchni, a także w części zachodniej. W miejscach tych występują natomiast młode uprawy sosny. Z porównania tych części powierzchni badawczej ze stanami wcześniejszymi wskazuje, że starsze drzewa zostały wycięte przed założeniem upraw leśnych.

Znaczne zmiany w pokrywie roślinnej zaznaczają się również w porównaniu map roślinności rzeczywistej wykonanej przez Wilkoń-Michalską w 1959 roku (Rys. 4A) z mapą roślinności z 2012 roku (Rys. 4B). Na pierwszej z tych map w legendzie występuje 15 kategorii pokrycia terenu, w tym 10 to murawy z dominacją odmiennych gatunków traw, porośniętych dębami w wieku 60–100 lat. Pozostałych 5 form to murawy bez udziału drzewostanu. Na mapie z 2002 roku wyróżniona została tylko jedna kategoria roślinności z udziałem starych dębów występujących w rozproszeniu. Pozostałe to młode uprawy brzoźowe lub sosnowe z drzewami w wieku od 2 do 9 lat. Stanowią one trzy pododdziały leśne (o, p, r) oddziału 66A Nadleśnictwa Szubin.

5. Dyskusja i konkluzje

Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono, że czynnikiem wywołującym duże zmiany we florze i roślinności porastającej pagórek wydmowy w Foluszu miała eksploatacja piasku. Prowadziła ona do utrzymywania się pionierskich zbiorowisk roślinnych typu *Corynephorum*. Długoletniej eksploatacji podłoża sprzyjała opieszałość w ustanowieniu rezerwatu przyrody, a w końcowym efekcie brak decyzji o ustanowienie ochrony prawnej. Eksploatację przerwała nie ustawa prawna, lecz proces częściowego zalesienia pagórka, a szczególnie kopalni piasku, dokonany przez Nadleśnictwo Szubin.

Wprowadzenie upraw sosnowych doprowadziło na dość dużej powierzchni do ujednoczenia szaty roślinnej i zapewne także do spadku różnorodności gatunkowej. W młodnikach sosnowych, zwłaszcza na słabszych siedliskach, występuje zazwyczaj niewiele gatunków w warstwie runa. Taki efekt wystąpił w uprawach założonych w Foluszu. Podobny efekt, prowadzący do zaniku wielu gatunków, w tym również chronionych, obserwowany był przez nas i na innych stanowiskach, np. na wydmie Zadroże koło Torunia (Nienartowicz i in., 2010).

Sporo danych o bogactwie zbiorowisk roślinnych na badanym stanowisku oraz ich udziale ilościowym w pokryciu roślinnością pagórka w Foluszu przed dziesięć laty zawiera opracowanie Banaszaka i in. (2004). Ratyńska, współautorka wymienionej pracy, wyróżniła na powierzchni pagórka 26 syntaksonów, w tym 19 w randze zespołu oraz 7 w randze zbiorowiska lub uprawy leśnej. Wśród wymienionych przez nią syntaksonów nie ma zespołu *Potentillo-Stipetum*, który na stanowisku w Foluszu opisała Ceynowa (1968) i którego zdjęcia fitosocjologiczne wykonane na tym stanowisku zachowały się także w zbiorach niepublikowanych danych Wilkoń-Michalskiej. Ceynowa (1968) w opracowaniu z lat sześćdziesiątych ubiegłego stulecia wymieniła jeszcze dwa syntaksony, do których wyróżnienia użyła zdjęć fitosocjologicznych z Folusza. Były to zespoły *Peucedano-Coryletum* oraz *Adonido-Brachypodietum pinnati*. Stanowiły one zapewne tylko niewielką część spośród wszystkich syntaksonów, które w owym czasie występowały na pagórku w Foluszu. W naszych badaniach przeprowadzonych w 2012 r. stwierdziliśmy natomiast występowanie niewielkiego płatu należącego do *Potentillo-Stipetum*, a także zbiorowiska nawiązującego do tego zespołu i zbiorowiska z *Calamagrostis epigejos*. Syntaksonem który także nie został wymieniony przez Ratyńską, a którego obecność stwierdziliśmy w naszych badaniach, był zespół *Nardo-Juncetum squarrosi*. Został on uwzględniony w legendzie mapy roślinności rzeczywistej z 2012 roku.

Na podstawie przeprowadzonych analiz można stwierdzić, że pomimo przeprowadzonych zabiegów gospodarczych na pagórku w Foluszu i istnienia infrastruktury w postaci drogi przecinającej teren badań oraz młyna funkcjonującego w sąsiedztwie, na badanym terenie zachowały się gatunki rzadkie, zagrożone jak i chronione. Zachowały się również rodzaje siedlisk przyrodniczych podlegających ochronie, chociaż w niektórych przypadkach zajmują one bardzo małe powierzchnie.

Literatura

- Banaszak J., Ratyńska H., Banaszak W., 2004. Proponowany rezerwat "Folusz" pod Szubinem jako ostoja termofilnej szaty roślinnej i fauny żądłówek (Hymenoptera: Aculeata: Apoidea, Scolioidea). *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią*, Seria C, *Zoologia* 50: 101–132.
- Bock W., 1908. *Taschenflora von Bromberg*. 214. S. Bromberg, Mittlersche Buchhandlung A. Fromm Nachf.
- Ceynowa M., 1968. Zbiorowiska roślinności kserotermicznej nad dolną Wisłą. *Studia Soc. Torunensis*, Toruń – Polonia, Sec. D (Botanica) vol. VIII, Nr 4, TNT, Toruń.
- Kondracki J., 2000. *Geografia regionalna Polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Krasicka-Korczyńska E., 2004. *Folusz koło Szubina – ścieżka przyrodnicza*. BIS-MEDIUM, Polskie Towarzystwo Botaniczne, Warszawa.
- Krasicka-Korczyńska E., Rutkowski L., 2005. Biodiversity of *Molinia* Meadows in Folusz near Szubin. [In:] K. Czyżewska and J. Hereźniak (eds.) *Biodiversity in Relation to Vegetation Zones in Europe*. University of Łódź Publishing House, Łódź: 97–107.
- Kühling L., 1866. Verzeichnis der in Brombergs Umgegend wild wachsenden phanerogamischen Pflanzen. *Schriften der phys.-ökonom. Gesellsch.* 7: 1–29.

- Miller H., 1902. Beitrag zur Flora des Kreises Schubin. Zeitschrift d. Bot. Abt. *Naturwissenschaftlicher Verein d. Provinz Posen*. 8 (3): 83–85.
- Nienartowicz A., Kunz M., Adamska E., Boiniska U., Deptuła M., Gugnacka-Fiedor W., Kamiński D., Rutkowski L., 2010. Relief and changes in the vegetation cover and the flora of the Zadroże Dune near the city of Toruń: Comparison of the conditions in 1948 and 2009. *Ecological Questions* 12: 17–49.
- Spribille F., 1877. Verzeichnis der Standorte der settenerer Pflanzen des Kreises Szubin. Festschrift zum Fünfzigjährigen Jubiläum des Naturwiss. Ver. Prov. Posen: 17–32.
- Sulma T., Walas J., 1963. Aktualny stan rezerwatów roślinności kserotermicznej w obszarze dolnej Wisły. *Ochrona Przyrody* 29: 269–329.
- Urbański J., 1935. *Pontyjski pagórek koło Młyna Folusz w powiecie szubińskim*. Wydawnictwo Okręgowego Komitetu Ochrony Przyrody na Wielkopolskę i Pomorze 5: 57–61.
- Wilkoń-Michalska J., Bohr R., 1960. Stanowisko lnu trwałego (*Linum perenne* L.) w Foluszu koło Szubina. *Fragmenta Floristica et Geobotanica* VI (3): 239–243.

Streszczenie

Pagórek wydmy w okolicach Folusza należy do najbardziej interesujących stanowisk roślinności kserotermicznej na polskim niżu. Od innych stanowisk odróżnia się tym, że roślinność kserotermiczna porasta tu samotną wydmy położoną wśród rozległych łąk, a nie zbocza dolin rzecznych. Występująca tu roślinność, reprezentująca zimny step ostnicowy z udziałem rzadkich gatunków łąk zalewowych, od dawna budziła zainteresowanie botaników. W wieku XIX i na początku XX wieku obserwacje prowadzili tu botanicy niemieccy (L. Kühling, F. Spribille, H. Miller, W. Bock). W latach trzydziestych XX wieku obserwacje kontynuowali botanicy z Uniwersytetu w Poznaniu. Po II wojnie światowej był jednym z głównych poligonów badawczych botaników i ekologów z Uniwersytetu w Toruniu, a ostatnio także z uniwersytetów w Bydgoszczy. Wszyscy wymienieni badacze sporządzali listy florystyczne, które opisują stan flory w kolejnych okresach a zestawione w tabelę zbiorcze pozwalają określić kierunki zmian zaistniałych tu na przestrzeni ponad stu lat. Nie wszystkie materiały pozyskane w przeszłości zostały opublikowane. Wiele interesujących danych w postaci map roślinności rzeczywistej oraz zdjęć fitosocjologicznych zachowało się w ośrodku toruńskim. Niniejsze opracowanie przedstawia zmiany w numerycznym modelu terenu (DEM) spowodowane eksploatacją piasku przez społeczność lokalną oraz porównanie stanu roślinności z 1959 roku, utrwalonego na niepublikowanej mapie roślinności tego terenu wykonanej przez prof. Jadwigę Wilkoń-Michalską, ze stanem z roku 2012. Zmiany pokrycia terenu analizowano też w serii zdjęć lotniczych z 1961, 1975, 1986 i 2005 roku. W analizach przestrzennych stosowano technologię GIS i GPS.

Słowa kluczowe: DEM, dolina Noteci, mapy roślinności rzeczywistej, murawy kserotermiczne, zalesianie, zdjęcia lotnicze.

APPLICATION OF GIS TECHNOLOGY IN THE ASSESSMENT OF CHANGES IN XEROTHERMIC VEGETATION AT THE FOLUSZ SITE NEAR SZUBIN IN 1959 AND 2012

Summary

The dune hill in Folusz is one of the most interesting sites with xerothermic vegetation in the Polish lowland. It is different from other sites by the fact that xerothermic vegetation

covers a single dune located amidst large areas of *Molinia* meadows rather than slopes of river valleys. Vegetation occurring on the hill represents a cold *Stipa* steppe with rare species of floodplain meadows and has long aroused the interest of botanists. In the 19th century and in the early 20th century, observations in this area were carried out by German botanists (L. Kühling, F. Spribille, H. Miller, W. Bock). In the 1930s, the investigation was continued by botanists from the University in Poznań. After World War II, it was one of the main research sites for botanists and ecologists from the University in Toruń, and recently also from the universities in Bydgoszcz. Floristic lists were compiled by all the aforementioned researchers, which describe the state of flora in the subsequent periods, and when collated in tables, they help to determine the directions of changes occurring in the area over a hundred years. Not all the materials obtained in the past were published. A lot of interesting data were preserved in the Toruń centre in the form of actual vegetation maps and relevés. This paper presents the changes in DEM due exploitation of sand by the local human population and the comparison of vegetation from 1959, plotted on the unpublished vegetation map by Professor Jadwiga Wilkoń-Michalska, with the vegetation in 2012. Changes in the land cover were also analysed through a series of aerial photographs from 1961, 1975, 1986 and 2005. The GIS and GPS technology was used in the spatial analysis.

Key words: DEM, Noteć river valley, real vegetation maps, xerothermic grasslands, afforestation, aerial photographs.

Mieczysław Kunz

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Wydział Nauk o Ziemi
met@umk.pl

Andrzej Nienartowicz

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Wydział Biologii i Ochrony Środowiska
anienart@umk.pl

Dariusz Kamiński

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Wydział Biologii i Ochrony Środowiska
daro@umk.pl

Miłosz Deptuła

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Wydział Biologii i Ochrony Środowiska
deptula@umk.pl